

Lokomotivleistung, Zuglast und Fahrzeit.

Dr. Ing. Georg Pfaff, Reichsbahnrat in Dresden.

Die Ermittlung der Fahrzeiten, insbesondere der kürzesten Fahrzeiten, gründet sich in der Regel auf eine Höchstleistung der Lokomotive, die nach der günstigsten Dauerbeanspruchung des Kessels bemessen werden soll. Aus dieser Lokomotivleistung kann die Zugkraft Z und sodann mit einer Widerstandformel die Beschleunigung p in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit v bestimmt werden. Nimmt man die Dauerleistung der Lokomotive als unveränderlich an, so gelten folgende Beziehungen:

$$\text{Lokomotivleistung } Zv = C$$

$$\text{Beschleunigende Kraft } Z - W = \frac{C}{v} - W = p \frac{G}{g}$$

$$\frac{p}{g} = \frac{c}{v} - w$$

Mit der Streckenneigung n ist

$$\frac{p}{g} = \frac{c}{v} - (w + n)$$

Bezeichnungen:

Z kg Zugkraft der Lokomotive im betrachteten Streckenpunkt,

C kgm/sek Dauerleistung der Lokomotive,

W kg Widerstand des Zuges mit Lokomotive,

G kg Gewicht des Zuges mit Lokomotive,

g m/sek² Erdbeschleunigung,

p m/sek² Zugbeschleunigung.

Die kleinen Buchstaben z , w und c beziehen sich auf

1 kg Zuggewicht mit Lokomotive; es ist $z = \frac{Z}{G}$; $w = \frac{W}{G}$

und $c = \frac{C}{G}$.

Auf Grund der obigen Beziehung $p = f(v)$, die für jede Zugbelastung eine andere Linie der Zugbeschleunigung ergibt, kann man mit geschickter Benutzung der dynamischen Grundgleichungen $dv = p dt$, $ds = v dt$ und $dt = \frac{1}{v} ds$ die Fahrzeit t zeichnerisch oder rechnerisch bestimmen. Wenn man z. B. $\Delta v = p \Delta t$ schreibt und Δt als kleinen Winkel mit den Schenkeln p auffaßt, so können die Geschwindigkeitszuwüchse Δv sofort aufgezeichnet und zur Geschwindigkeit v über den Wegzuwüchsen Δs aneinandergetragen werden. Zugleich ergibt sich auch die Fahrzeit als die Summe der Δt . Die Abb. 1a und 1b zeigen den Zusammenhang dieser beiden Grundbeziehungen in einfachster Darstellung. In fast allen Verfahren, die von der Beschleunigung ausgehen, sind sie in dieser oder ähnlicher Weise verwendet worden. Gegen diese Art der Fahrzeitermittlung durch Zusammenfügung von Differenzen Δv bzw. Δt auf Grund der Beziehung $p = f(v)$ ist einzuwenden, daß der Lokomotivführer nicht in der Lage ist die Dampfzuströmung nach der Beziehung $p = f(v)$ einzustellen. Er hat wohl meist nur eine geringe Ahnung von der Leistung seiner Lokomotive bei wechselnder Geschwindigkeit, und er merkt schließlich den Eintritt der Höchstleistung nur daran, daß beim Speisen des Kessels der Dampfbedarf nicht mehr gedeckt wird; er nimmt dann die Steuerung zurück, um die Leistung und somit den Dampfverbrauch zu verringern. Die eigentliche Fahrkunst des Führers soll zwar darin bestehen, daß er das Dampfgeben nach der Geschwindigkeit und den

Streckenverhältnissen regelt, aber die grobe Art der Regelung durch Steuerung und Dampfdrosselung gestattet ihm nicht, für irgend eine Geschwindigkeit auf einer bestimmten Streckenneigung eine gewünschte Höchstleistung oder gar eine bestimmte Beschleunigung zu erzielen. Viele Minuten lang kann z. B. die Beschleunigung fast unveränderlich bleiben, während die Geschwindigkeit wächst. Solange nämlich die Dampfzuströmung auf einer bestimmten Streckenneigung nicht geändert wird, bleibt auch die Beschleunigung in weiten Weg- und Zeitgrenzen unveränderlich. Mit anderen Worten: die Beschleunigung kann für jede Geschwindigkeit einen anderen Wert annehmen als die der Zuglokomotive zugesprochene Beziehung $p = f(v)$ anzeigt. Alle Verfahren der Fahrzeitermittlung, die von dieser Beziehung ausgehen, haben daher keinen Anspruch auf Genauigkeit.

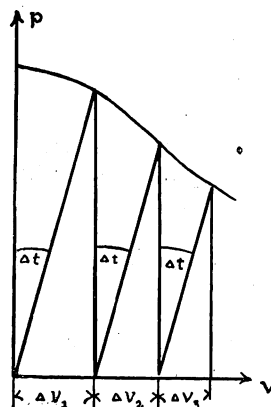


Abb. 1 a.

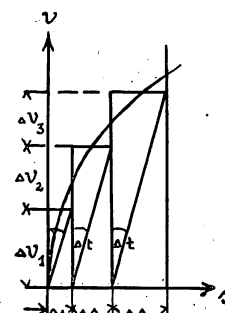


Abb. 1 b.

Eine Ausnahme bildet das rechnerische Verfahren von Strahl*), in dem nicht der Wert von p selbst aus $p = f(v)$ sondern die erste Ableitung von v nach p benutzt ist. Diese Ableitung $\frac{dv}{dp}$ nimmt Strahl, um zu einem integrierbaren Ausdruck zu kommen, als unveränderlich an. Das ist zwar nur annähernd zutreffend, denn $p = f(v)$ stellt nicht eine Gerade sondern eine hyperbelartig gekrümmte Linie dar, trotzdem ergibt das Verfahren brauchbare Fahrzeiten, weil diese viel weniger von der genauen Gestalt der Beschleunigungslinie abhängen als von der richtigen Größenordnung der im betrachteten Streckenabschnitte einzuführenden Beschleunigungsarbeit. Zu diesem Zweck wird die Integralformel $t_2 - t_1 = \frac{1}{b} \lg \text{nat} \frac{v_0 - v_1}{v_0 - v_2}$ benutzt, in der b die unveränderliche Neigung der Beschleunigungslinie gegen die Geschwindigkeitsachse, v_0 die aus einer Tafel für $p = 0$ zu entnehmende Grenzgeschwindigkeit, v_1 die Anfangsgeschwindigkeit und v_2 die zu berechnende Endgeschwindigkeit im betrachteten Streckenabschnitte ist. Zum Gebrauche des Verfahrens müssen

*) Strahl, Glasers Annalen 1913, S. 86. (Nicht zu verwechseln mit dem nachgelassenen Verfahren Strahls.)

zunächst die Grenzbelastungstafeln — die übrigens das unmittelbare Ablesen der größten Zuglasten nicht gestatten — für jede Lokomotivgattung angefertigt werden. Außer dieser erschwerenden Vorbedingung sind dem Gebrauche auch die für jeden Streckenabschnitt gleicher Neigung erforderlichen Zifferrechnungen sehr hinderlich.

Im Verfahren von v. Borries*) wird die unsichere Größe der Beschleunigung gänzlich vermieden, indem die wirklichen Zuggeschwindigkeiten zu einer einzigen, der »Grundgeschwindigkeit« des Fahrplanes, in Beziehung gebracht werden. Die wirkliche mittlere Geschwindigkeit in einem beliebigen Streckenausschnitte wird $v = \frac{v_0}{1+l}$ gesetzt, worin v_0 die »Grundgeschwindigkeit«**) und l den Streckenzuschlag bezeichnet. Das ist ein Kunstgriff, der einer Integration gleichkommt, denn $\frac{v_0}{1+l}$ kann als das Ergebnis des Ausdrucks

$$v = \frac{s_2 - s_1}{\int_{s_1}^{s_2} \frac{1}{v} ds} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$$

aufgefafst werden. Die genaue Fahrzeit auf einem beliebigen Streckenstück $s_2 - s_1$ wird also immer aus $t_2 - t_1 = \frac{(s_2 - s_1)(1+l)}{v_0}$ erhalten, ohne daß die wirklichen

Fahrgeschwindigkeiten oder die Beschleunigungen zum Vorschein kommen. Damit für die unbekanntenen Beschleunigungsleistungen in den einzelnen Streckenstücken immer ein Kraftvorrat der Lokomotive übrig ist, muß die Grundgeschwindigkeit v_0 stets kleiner gewählt werden als die Geschwindigkeit, die der Höchstleistung der Lokomotive auf der Wagrechten im Beharrungszustande entspricht. Diese Unsicherheit in der Festsetzung der Grenze von v_0 ist eine Schwäche des Verfahrens***), dessen Zweck ja gerade die höchste Ausnützung der Lokomotive sein soll. Trotzdem würde sich das inzwischen verlassene Verfahren wohl behauptet haben, weil für den Betriebsmann »Grundgeschwindigkeit« und »Streckenzuschläge« sehr bequem zu handhabende Größen sind, aber die Herstellung der Belastungstafeln — in Form von Streckenzuschlagtafeln, aus denen die Zuglast abgesehen werden kann — ist zu umständlich. v. Borries hat für eine einzige Lokomotivgattung sechs Tafeln, enthaltend die Grundgeschwindigkeiten von 100 bis 50 km/Std., angegeben, die leider ungenau sind, da sie mit zu hohen Widerstandswerten aus der Formel von Clark berechnet wurden. Die umfangliche Arbeit der Anfertigung neuer Tafeln und dazu die Unsicherheit in der Bemessung der Grundgeschwindigkeit nach der Lokomotiveleistung verhinderten die allgemeine Einführung des sonst vorzüglichen Verfahrens.

Die bisher erwähnten Verfahren sind alle nur für die Ermittlung der Fahrzeit zugeschnitten. Im Betriebe wird aber nicht immer nach der Fahrzeit gefragt, sondern ebenso oft auch nach der Zuglast oder der Lokomotivgattung. Die zu lösende Aufgabe tritt also in folgenden drei Fragestellungen auf:

- 1) Gegeben Fahrplan und Lokomotive; gesucht die Zuglast.
- 2) Gegeben Fahrplan und Zuglast; gesucht die Lokomotive.
- 3) Gegeben Lokomotive und Zuglast; gesucht der Fahrplan.

Ein Verfahren, das diese Fragen aufs einfachste und genaueste beantwortet, hat Verfasser im Organ 1916, S. 226 unter »Zeichnerische Darstellung der Lokomotiveleistung und der mit ihr zusammenhängenden Größen« angegeben und durch

*) Organ 1905, S. 149.

**) Die Grundgeschwindigkeit v_0 bei v. Borries ist gleichbedeutend mit der Grenzgeschwindigkeit v_0 auf der wagrechten Strecke bei Strahl.

***) Auf diesen Mangel weist Strahl in Glasers Annalen 1913, S. 126 hin; auch v. Borries selbst hat ihn gekannt, was aus verschiedenen Äußerungen seiner Abhandlung zu schliessen ist.

Beispiele, die aus dem wirklichen Betriebe entnommen sind, erläutert. Im folgenden sollen die Haupteigenschaften dieses Verfahrens, die für den Betriebsmann von Belang sind; weiter erörtert werden. Wer das Verfahren benutzen will, möge außer den folgenden Darlegungen auch den genannten, die vollständige Entwicklung enthaltenden Aufsatz durchsehen.

Das Verfahren beruht darauf, daß sich ein genaues Bild jeder Zugfahrt geben läßt, wenn über den Höhen des zugehörigen Streckenschnittes die Geschwindigkeitshöhen $\frac{v^2}{2g}$ im Höhenmaßstabe des Streckenschnittes aufgetragen werden*). Durch Verbindung sämtlicher Endpunkte der aufgetragenen Geschwindigkeitshöhen $\frac{v^2}{2g}$ erhält man, wenn der Zug von

einer Dampflokomotive gefahren wird, einen aus Geraden bestehenden, gebrochenen Linienzug, die Linie des Arbeitsvermögens, die im folgenden kurz als »Fahrlinie« bezeichnet ist. Für den Betrieb mit elektrischen Lokomotiven bleibt die Fahrlinie gerade, solange das Drehmoment unveränderlich ist.

Die verschiedenen Neigungen der aneinandergereihten Geraden entsprechen den Einstellungen der Dampfzuströmung zu den Zylindern, und weiter erhält man aus dieser Fahrlinie die Lokomotiveleistung und die Neigung der Zeit-Weglinie in jedem Streckenpunkte durch eine einfache Linienverbindung, zu deren Aufzeichnung ein kleiner Zeichenwinkel und ein Millimetermaßstab genügen. Abb. 2 enthält alle Linien, die das Verfahren erfordert**).

Es ist, wenn die unveränderlichen Größen $2g$ auf der Ordinate HE nach oben und $\frac{a}{b \cdot 2g}$ unten abgetragen (Endpunkte J bzw. F) ferner die durch Punkt E parallel zur Achse gezogene Strecke $ED = \frac{1}{b \cdot 2g}$ gemacht wird: $\text{tg } \rho = \text{tg } EDF = a + b v^2$ der der Geschwindigkeit v im betrachteten Streckenpunkt entsprechende Zugwiderstand (in kg für 1 kg Zuggewicht).

Errichtet man über HJ ein rechtwinkliges Dreieck mit der Spitze L auf DE, so wird die Höhe $LE = \sqrt{\frac{v^2}{2g} \cdot 2g} = v$.

Wenn demnach AE || DF gezogen wird, ist $LA = v \text{ tg } \rho = v(a + b v^2)$ die zur Überwindung der Widerstandsarbeit auf 1 kg Zuggewicht erforderliche Leistung.

Die Neigung der »Fahrlinie«, φ , entspricht der an der betreffenden Stelle vorhandenen Streckenneigung vermehrt um die dort vorhandene Beschleunigung (Änderung der Geschwindigkeitshöhe, bezogen auf 1 kg Zuggewicht). Die Strecke $LB = v \cdot \text{tg } \varphi$ ist also die hierfür erforderliche Leistung.

Die Länge $AB = (z v)$ stellt somit die Leistung der Lokomotive in kgm/sek für ein kg Zuggewicht mit Lokomotive im jeweils betrachteten Streckenpunkte H dar.

Daher ist: $\frac{AB}{v} = \frac{Z}{G} = z \text{ kg/kg}$ die für 1 kg Zuggewicht mit Lokomotive erforderliche Zugkraft.

Endlich gibt LJ, da $\text{tg } \tau = \frac{2g}{v}$ ist, die Neigung der Zeit-Weglinie $t = f(s)$ an, da $\frac{dt}{ds} = \frac{1}{v}$ ist.

*) Von der Auftragung der Geschwindigkeitshöhen ist neuerdings auch in einem Aufsatz von Nufsbaum (Organ 1925, S. 1) Gebrauch gemacht worden.

**) Die Abb. 2 ist dieselbe wie die Abb. 6 im Organ 1916, S. 230. Versehentlich fehlt jedoch in dieser Abbildung die Linie des Streckenschnittes durch H, und die Bezeichnung »Streckenschnitt« ist an eine falsche Stelle geraten.

Alle Größen werden in den technischen Maßeinheiten *kg-m-sec* gemessen. In der Regel kann der Maßstab des vorhandenen Streckenschnittes benutzt werden, doch ist aus später erläuterten Gründen für Personen- und Schnellzüge der Höhenmaßstab 1:1000 und der Längenmaßstab 1:100 000 und für Güterzüge der doppelte Maßstab, Höhen 1:500, Längen 1:50 000 von Vorteil.

An den Brechpunkten der Fahrlinie findet eine plötzliche Leistungsänderung statt, bewirkt vom Führer durch die Änderung der Dampfzuströmung zu den Zylindern. Die beste Ausnutzung der Lokomotive ist offenbar dann vorhanden, wenn die in allen Brechpunkten der Fahrlinie für 1 *kg* Zuggewicht angezeigte Leistung $(zv) = \frac{Zv}{G}$ ist, also der Höchstleistung

der Lokomotive (Zv) entspricht. Die in Klammern gesetzte Ziffer (zv) ist mithin eine dem betreffenden Fahrplan angehörende, ihn kennzeichnende Größe, die im folgenden mit »Leistungsziffer« des Fahrplans benannt werden soll. Sie hat im heutigen Eisenbahnbetrieb eine Größenordnung von etwa 0,1 bis 0,3 *kgm/kgsek* und erscheint als Länge *AB* (Abb. 2) im Höhenmaßstab des Streckenschnitts, vergrößert im Verhältnis der beiden Maßstäbe des Streckenschnitts; für $1 : 1 = 1 : 100\ 000$ und $1 : h = 1 : 1000$ bewegt sich deshalb *AB* etwa zwischen den Grenzen 10 und 30 *mm*. Ist die Leistungsziffer (zv) eines Fahrplanes bestimmt, so ist auch der Fahrplan selbst, d. h. die Fahrzeit festgelegt, und das höchst zulässige Zuggewicht ist aus der Höchstleistung der Lokomotive (Zv) (die größer ist als die Dauerleistung)

auf Grund der Beziehung $G = \frac{(Zv)}{(zv)}$ zu erkennen. Die vormalig sächsischen Staatseisenbahnen haben seit langem in den Fahrplanbüchern neben den Fahrzeiten die maßgebende Steigung und eine »Geschwindigkeit zur Lastberechnung« angegeben. Beide den Fahrplan kennzeichnende Ziffern dienen zum Aufsuchen der Zuglasten für die verschiedenen im betreffenden Fahrplan verkehrenden Lokomotivgattungen mit Hilfe von Belastungstafeln. Dieses Lastermittlungsverfahren ist nur deshalb brauchbar, weil die Geschwindigkeit zur Lastberechnung, die ja nie mit der wirklichen Fahrgeschwindigkeit übereinstimmt, in jedem Einzelfalle nach Betriebserfahrungen so abgeschätzt worden ist, daß sie zu dem betreffenden Fahrplan paßt. Es dürfte ersichtlich sein, daß der Vorschlag, eine »Leistungsziffer« für jeden Fahrplan einzuführen, die alle für ihn maßgebenden Werte einwandfrei vereinigt und eine äußerst einfache Lastberechnung gestattet, hiergegen einen Fortschritt bedeutet. Eine ähnliche Überlegenheit besteht auch gegenüber dem v. Borriesschen Verfahren der Lastbestimmung durch Grundgeschwindigkeit und Belastungs- bzw. Zuschlagtafeln.

Die Leistungsziffer ist ferner zur Bestimmung der Lokomotivgattung durch die Beziehung $(Zv) = G \cdot (zv)$ geeignet. Dazu muß man die höchste zulässige Nutzleistung (Zv) *kgm/sek* der Lokomotivgattung kennen. Die Abschätzung dieser Spitzenleistung nach der Größe der Rostfläche braucht nicht allzu peinlich vorgenommen zu werden, weil die Dampfabgabe stets eine Zeit lang auf Kosten des Wasservorrats des Kessels bestritten werden kann*). Die Spitzenleistung ist deshalb leichter abzuschätzen als die höchste Dauerleistung, auf die sich alle andern Verfahren der Last- und Fahrzeitermittlung

stützen. Genügt die zur Verfügung stehende Lokomotive nicht der Beziehung $(Zv) = G_1(z_1 v_1)$, so kann die Fahrzeit nicht eingehalten werden. Über die Größe der Fahrzeitüberschreitung gibt das Schaubild der Fahrlinie Aufschluß. In Abb. 3 stelle der obere Zug die Fahrlinie eines Zuges vom Gewichte G_1 mit der Leistungsziffer $(z_1 v_1)$ bei höchster Ausnutzung der Lokomotive dar. Zieht die Lokomotive einen schweren Zug $G_2 > G_1$ so

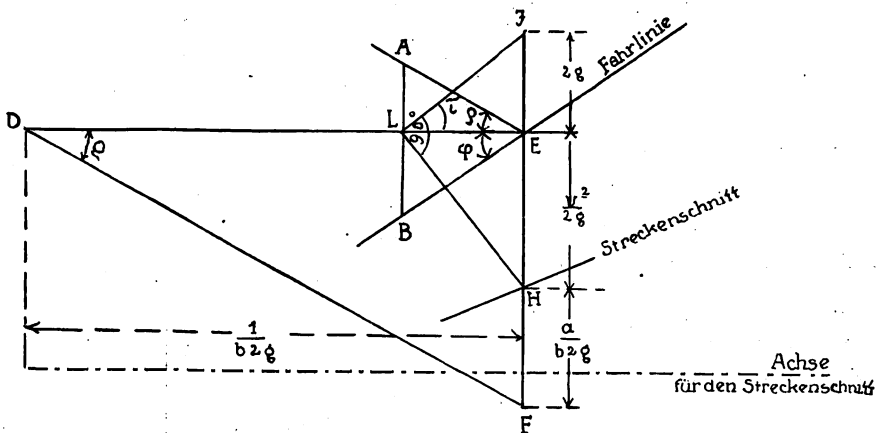
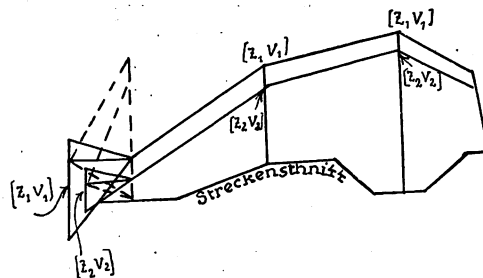


Abb. 2.

liegt die Fahrlinie für das Zuggewicht G_2 mit der Leistungsziffer $(z_2 v_2)$ unterhalb der Fahrlinie für G_1 . Mit Ausnahme der Anfahrlinie haben die Geraden der beiden Fahrlinien etwa gleiche Neigungen gegen die Streckenachse, weil sich der Führer beim Einstellen der Dampfzuströmung nach den Streckenneigungen richtet.



Im Anfahrabschnitt ist

$$G_1 z_1 v_1 = \frac{z_1}{z_2} \cdot G_2 z_2 v_2 \quad \text{daher} \quad \frac{G_1}{G_2} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{t_1}{t_2}$$

Abb. 3.

Es ist also $z_2 \cong z_1$ $G_1 = \frac{(Zv)}{(z_1 v_1)}$ $G_2 = \frac{(Zv)}{(z_2 v_2)}$

Daher $\frac{G_2}{G_1} \cong \frac{v_1}{v_2} = \frac{t_2}{t_1}$

Die Zuglasten verhalten sich ganz allgemein wie die Fahrzeiten. Im Anfahrabschnitt ist $z_2 < z_1$ und die Lokomotivleistung $G_2 z_2 v_2$ für jeden Punkt im Verhältnis $\frac{z_2}{z_1}$ kleiner als die Lokomotivleistung $G_1 z_1 v_1$, weil die Zugkraft der Lokomotive für jedes der beiden Zuggewichte gleich der größten zulässigen ist, nämlich $(Z) = G_1 z_1 = G_2 z_2$. Dieses Zusammentreffen bewirkt, daß die Beziehung $\frac{G_2}{G_1} = \frac{t_2}{t_1}$ auch für den Anfahrabschnitt richtig ist.

Voraussetzung bei dieser Betrachtung ist, daß die Bedingung: Größte Zugkraft $(Z) = G_2 z_2$ erfüllbar ist; das größte noch fahrbare Zuggewicht G_2 wird dadurch nach oben begrenzt.

Es bleibt noch übrig, den Entwurf eines neuen Fahrplans zu erörtern, wenn dafür Lokomotive und Zuglast gegeben sind.

*) Für die Abschätzung der höchsten Nutzleistung verschiedener Lokomotivgattungen sind im genannten Aufsatz im Organ 1916, S. 231 Vorschläge gemacht.

Nachdem der Führer die Zuglokomotive mit voll ausgelegter Steuerung in Bewegung gesetzt hat, stellt er sofort die größte zulässige Füllung ein, und es beginnt der eigentliche Anfahrabschnitt, der im Schaubild als Gerade erscheint, die unter dem Winkel C_1 durch den Anfangspunkt der Fahrt ansteigt. Um sie zu zeichnen trage man zunächst im Nullpunkt an den Streckenschnitt den Winkel ϱ_1 aus $\text{tg } \varrho_1 = a$ an (Abb. 4); für $l = 100\,000$ und $h = 1000$ ist die Winkelneigung $\frac{1}{h} \cdot a = 100a$.

Darauf erreichte man im Abstände G (Zuggewicht) auf der Streckenachse eine Senkrechte und mache sie vom unteren Schenkel des Winkels ϱ_1 gemessen gleich der Länge (Z) (höchste Zugkraft*) vergrößert im Maßstabverhältnis $\frac{1}{h}$. Durch den Endpunkt von (Z) ziehe man vom Nullpunkte aus die Anfahrlinie bis zum Punkte der größten Nutzleistung (Zv) für den sich die Leistungsziffer $\frac{(Zv)}{G} = (zv) = \overline{AB}$ (vergrößert im Verhältnis $\frac{1}{h}$) ergibt. Dieser Punkt der größten Leistung ist durch die aus Abb. 2 ersichtliche Linienverbindung mit Hilfe eines kleinen Zeichenwinkels mühelos zu finden. Die nun erforderliche Verkleinerung der Neigung der Fahrlinie muß geschätzt werden, ebenso wie der Führer die Steuerung nach Schätzung zurücknimmt. Man hat sich hierbei wie der Führer nach dem Verlaufe der Streckenlinie zu richten und die Fahrlinie wiederum soweit zu ziehen, daß die Leistungsziffer (zv) erreicht wird. Die Fahrlinie für den Leerlauf hat einen mit der Geschwindigkeit veränderlichen Neigungswinkel ϱ aus $\text{tg } \varrho = a + b v^2$, der ebenfalls zeichnerisch (Abb. 2) aus der Geschwindigkeitshöhe für jeden Streckenpunkt gewonnen wird. Die Leerfahrlinie ist schwach gekrümmt, wenn sie lang ist; in der Regel wird man sich mit einer Geraden begnügen können. Die Fahrlinie für die Bremsung ist unter dem für die Bremsverzögerung gewählten Winkel, dessen Tangente $\frac{p}{g}$ ist, zu ziehen, letzterer ebenfalls vergrößert im Streckenmaßstabverhältnis $\frac{1}{h}$; wenn z. B. die Verzögerung $p = 0,5 \text{ m/sec}^2$ gewählt wird, so ist für $l = 100\,000$ und $h = 1000$ die Neigung $\frac{0,5 l}{g h} = \frac{5}{1}$ aufzutragen.

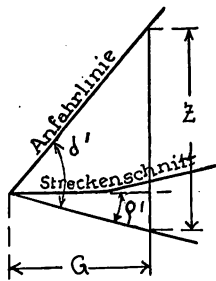


Abb. 4.

Nach dem Aufzeichnen der Fahrlinie, das einfacher ist als beschrieben werden kann, ist die Fahrzeit ebenfalls nach dem Linienzug der Abb. 2 zu finden. Da der Winkel τ in jedem Streckenpunkt, die Richtung der Tangente an die Zeit-Weglinie aufweist, könnte man die Tangenten in der Aneinanderfolge der Streckenstücke Δs nach Art einer Seillinie zusammenreihen**). Bequemer aber gewinnt man die Zeit durch folgendes Vorgehen. Man errichte in jedem Neigungswechsel der Streckenschnitte und in jedem Brechpunkte der Fahrlinie Senkrechte auf die Streckenachse und suche die mittleren Winkel τ (Abb. 5), die zu den mittleren Geschwindigkeiten der entstandenen Streckenausschnitte gehören. Eine Nachrechnung ergibt, daß die Lage der Geschwindigkeitshöhe für die wirkliche mittlere Geschwindigkeit in einem Streckenabschnitt von der mittleren Höhe so wenig abweicht, daß es zeichnerisch nicht wahrzunehmen ist. Der Fehler wird

erst merklich, wenn die größere der beiden das Streckenstück begrenzenden Geschwindigkeitshöhen mehr als doppelt so groß ist wie die kleinere. In diesem Falle ist eine weitere Unterteilung des Streckenabschnittes ratsam. Für den Anfahrabschnitt und den Bremsabschnitt ist dagegen nie die in der Mitte liegende Höhe zu benutzen sondern stets die wirkliche mittlere Geschwindigkeitshöhe, die hier vom Nullpunkt aus gemessen, im 4. Teil des Abstandes zwischen dem Nullpunkt und der begrenzenden Geschwindigkeitshöhe liegt. Die so gewonnenen Winkel τ dienen nun nach Abb. 5 zur Gewinnung der Zeit, indem Gerade, die unter diesen Winkeln τ gerichtet sind, aneinander gereiht werden. Ihre Endpunkte, die für die folgenden Geraden Anfangspunkte

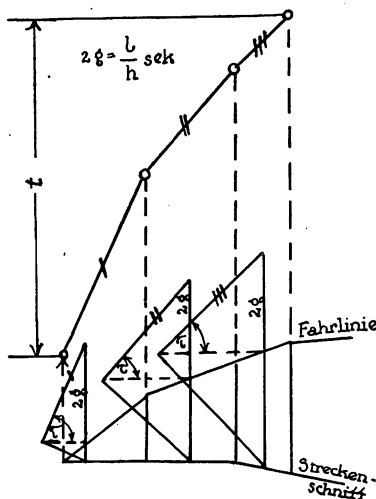


Abb. 5.

sind, liegen auf der Zeit-Weglinie. Das zeichnerische Aneinanderfügen unterbleibt und ist durch Ausmessen der Zeithöhen für jedes einzelne Streckenstück zu ersetzen, wenn der Platz auf dem Streckenschnittblatt beschränkt ist.

Zeitmaßstab ist die (im Höhenmaßstab des Streckenabschnittes zu messende) Größe $2g$, die so viele Sekunden anzeigt wie das Verhältnis $\frac{1}{h}$ der beiden Streckenschnittmaßstäbe beträgt; es ist nämlich $t = \frac{1}{2g} \int_0^s \frac{2g}{v} ds$ die Integralgleichung der Zeit-Weglinie und $y = \int_0^s \frac{2g}{v} ds$ eine Höhe der gezeichneten Zeit-Weglinie; setzt man in $t = \frac{1}{2g} ly$ die wirkliche Größe $2g = h y$, so wird $t = \frac{1}{h}$. Für $l = 100\,000$ und $h = 1000$ ist also der Zeitmaßstab $2g = 19,6 \text{ mm} = 100$ Sekunden, ein sehr bequemes Maß. Zudem gibt der für l und h angenommene Maßstab deutliche Fahrtbilder für Schnell- und Personenzüge; für Güterzüge ist wegen der geringeren Geschwindigkeiten ein größerer Maßstab erwünscht, wenn man auf große Genauigkeit Wert legt.

Bezüglich der Genauigkeit des Verfahrens könnte man fragen, ob nicht durch die Einführung der beim Dampftriebe nie vollkommen erfassbaren Größen: Zugkraft und Leistung einige Unsicherheit in das beinahe mathematisch scharfe Fahrtbild hineingetragen wird. Zwar müssen die zur Aufzeichnung der Fahrlinie erforderlichen Zahlenwerte: größte zulässige Zugkraft (Z) und größte zulässige Leistung (Zv) abgeschätzt werden, doch wird dadurch die Genauigkeit kaum beeinträchtigt, da (Z) meist nur im Anfahrabschnitt und (Zv) nur an wenigen Streckenpunkten zur vollen Auswirkung gelangt. Wichtiger ist für das Ergebnis die Zuverlässigkeit der verwendeten Widerstandformel. Die Widerstandsziffern eines nach dem Verfahren untersuchten betriebmäßig verkehrenden Zuges finden sich wie gezeigt aus der Fahrlinie des Leerlaufs, wenn man das Widerstandsgesetz $w = a + b v^2$ für den ganzen Verlauf der Fahrt als richtig voraussetzt; folglich hängt die Zuverlässigkeit der Leistungsziffer sowie überhaupt des ganzen Fahrtbildes fast ausschließlich von der Zuverlässigkeit dieses Gesetzes ab. Dasselbe gilt auch von der Genauigkeit mit der eine neue Fahrt entworfen werden kann. Es sei noch bemerkt, daß $\angle \varrho$ in

*) Für die Abschätzung der höchsten zulässigen Zugkraft werden zweckmäßig die Formeln der vormals sächsischen Staatseisenbahnen benutzt vergl. Organ 1916, S. 231.

**) Vergl. Organ 1916, Tafel 33.

Abb. 2 auch nach der Formel $w = tg \varrho = a + bv + cv^2$ gezeichnet werden könnte, doch wird von näheren Angaben hierüber abgesehen, weil zur Zeit die Formel $w = a + bv^2$ von den meisten Fachleuten anerkannt ist, so daß das Verfahren allen Ansprüchen genügen dürfte. In Zukunft wird der elektrische Eisenbahnbetrieb die Frage des Widerstandgesetzes

Einzelheiten behandelt werden, um die bequeme Anwendungsweise zu zeigen. Gewählt wird das Beispiel, an dem Dittmann fünf Verfahren zur Ermittlung der Fahrzeit erläutert hat*).

- Gegeben sind:
1. Der Streckenschnitt in den Maßstäben $1:l = 1:100\,000$ und $1:h = 1:1000$ (Abb. 6).

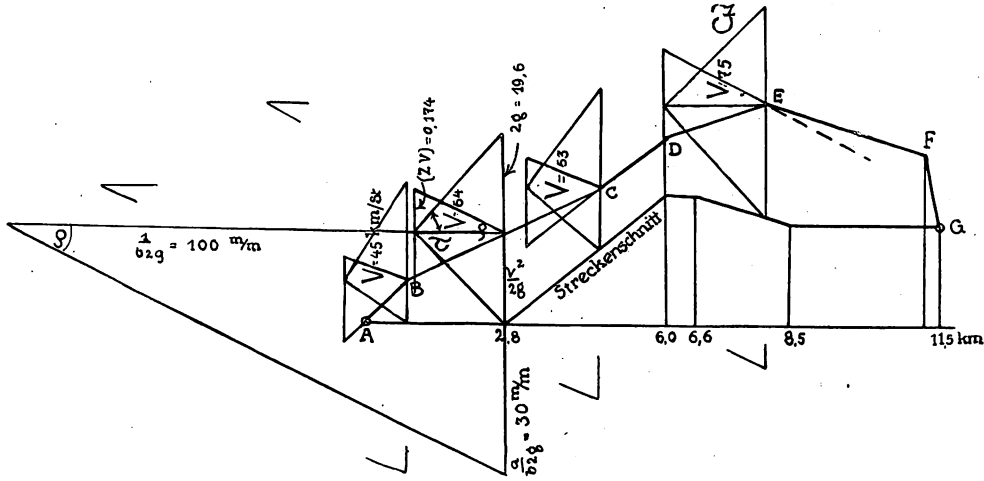


Abb. 6. Ermittlung der Fahrlinie aus Streckenabschnitt und Leistungsziffer (auf $\frac{2}{3}$ verkleinert).

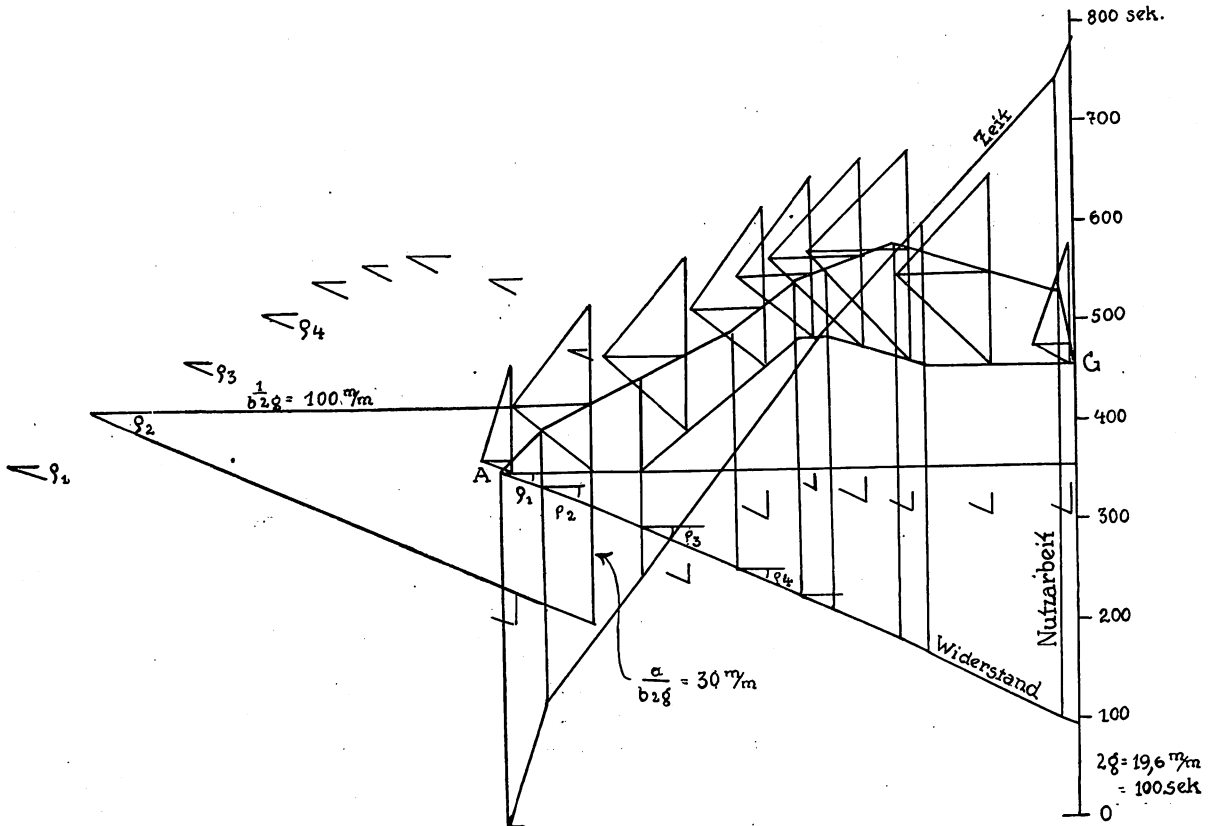


Abb. 7. Ermittlung der Fahrzeit und der Nutzarbeit aus der Fahrlinie (auf $\frac{2}{3}$ verkleinert).

restlos klären, weil er es ermöglicht, die Leistung in jedem einzelnen Streckenpunkte genau festzustellen. Dabei wird das Auftragen der Fahrlinie nach dem vorliegenden Verfahren gute Dienste leisten.

Beispiel für die Anwendung:

Obgleich schon im Organ 1916, S. 226 zwei Beispiele aus dem wirklichen Betriebe für den Gebrauch des Verfahrens gegeben worden sind, soll noch ein einfacheres Beispiel ausführlich, jedoch unter Weglassung aller auf die Herleitung bezüglichen

2. Eine Lokomotive der Gattung P8, deren größte zulässige Leistung $(Zv) = 92000 \text{ kgm/sek}$ und » » » Zugkraft $(Z) = 8500 \text{ kg}$ ist.
3. Das Gewicht des ganzen Zuges mit Lokomotive $G = 530\,000 \text{ kg}$.

*) Die Vorteile des Verfahrens kommen bei dem Beispiel nur wenig zur Geltung, weil die Höchstgeschwindigkeit zu gering ist, die Gestalt des Streckenschnittes zu wenig Abwechslung bietet und der zurückgelegte Weg zu kurz ist.

Als gegeben wird ferner angenommen:

$$4. \text{ Der Widerstand für } 1 \text{ kg Zuggewicht } a + bv^2 = tg \rho = 0,003 + 0,000005 v^2.$$

Gesucht werden:

1. Die kürzeste Fahrzeit und
2. Der Arbeitsaufwand für die Fahrt, aus dem Kohlen- und Wasserverbrauch veranschlagt werden können.

Die Leistungsziffer des Fahrplanes beträgt nach den gegebenen Größen: $(z v) = \frac{(Zv)}{G} = \frac{92000}{530000} = 0,174 \text{ kgm/kgsek};$

im gewählten Maßstabe ist ihre Länge $17,4 \text{ mm}$.

Zur zeichnerisch- und rechnerischen Darstellung der abzuleiteten Größen sind erforderlich: harter Bleistift, Stechzirkel, kleiner Zeichenwinkel und ein Rechenschieber, der als Lineal für den Zeichenwinkel zum Abschieben der Parallelen benutzt wird.

Die Ermittlung der einzelnen Abschnitte der Fahrlinie.

(Abb. 6.)

Fahrlinie AB (Anfahrabschnitt). Man trage den Widerstandswinkel ρ mit der Neigung $tg \rho = 3:10$ an den Nullpunkt der Fahrt ($v=0$), ziehe in 53 mm Abstand von A und beginnend am unteren Schenkel des Winkels ρ eine Senkrechte von 85 mm Länge nach oben und sodann durch ihren oberen Endpunkt und den Nullpunkt eine Gerade, deren Neigung gegen den unteren Schenkel des Winkels ρ die größte zulässige Zugkraft $z = Z:G$ darstellt. Für einige Punkte dieser Geraden wende man den Linienzug der Abb. 2 an bis man die Länge der Leistungsziffer $(z v) = 0,174$ ($= 17,4 \text{ mm}$) findet. In diesem Punkte B ist der Anfahrabschnitt beendet.

Für die Fahrlinie FG (Bremsabschnitt) ist eine Bremsverzögerung von $0,5 \text{ m/sek}^2$ gewählt worden. Die Bremsfahrlinie ist daher mit der Neigung $5:1$ an die Linie des Streckenschnittes anzutragen.

Um die zwischen Anfahr- und Bremsabschnitt liegenden Einzelfahrlinien zu finden, stelle man sich vor, man habe die Steuerung der Lokomotive zu bedienen.

Fahrlinie BC. Es ist nötig mit der größten zulässigen Leistung am Beginn der Steigung anzukommen, um sie mit größtmöglichem Anlauf zu nehmen. Man ziehe also einige Gerade (Fahrlinien) nach Schätzung durch den Endpunkt B der Anfahrlinie und untersuche auf ihnen am Beginn der Steigung die Leistungsziffer mit dem Linienzug der Abb. 2. Für die richtige Neigung (die man sehr leicht findet) muß sich abermals die Leistungsziffer $0,174$ zeigen.

Fahrlinie CD. Auf der Steigung vermindert sich die Leistung der Lokomotive bei unveränderter Füllung dem Abnehmen der Geschwindigkeit entsprechend. Um die größte zulässige Leistung wieder herzustellen ist im Verlaufe der Steigung die Füllung zu vergrößern und dabei ein Beharrungszustand ($p=0$) anzustreben. Man bestimme also den Punkt C und von ihm ausgehend die Steigung der Fahrlinie CD gleichgerichtet der Linie des Streckenschnittes so, daß sich auf dem ganzen Reststück der Steigung bis zum Punkte D die Leistungsziffer $0,174$ zeigt.

Vorschläge für die Ausgestaltung des schweren Oberbaus auf Weichholzschwellen.

Von Dr. Ing. K. Schaechterle, Stuttgart.

In Heft 12 des Jahrgangs 1924 hat der Verfasser Vorschläge für die Erhöhung der Tragfähigkeit unseres vorhandenen Holzoberbaus gemacht. Über die Ausbildung des künftigen Oberbaus auf Holzschwellen hat inzwischen Reichsbahnrat Stierl sehr beachtenswerte Leitgedanken in der Zeitschrift »Die Gleistechnik« veröffentlicht. Der bekannte Oberbaufachmann des Eisenbahnzentralamts behandelt die wichtige Frage der Schienenbefestigung auf Holzschwellen vom Standpunkt des praktischen Konstrukteurs unter Auswertung reicher Beobachtungs- und

Fahrlinie DE. Auf dem Gipfel D der Steigung muß die Steuerung sofort stark zurückgenommen werden, um ein Überschreiten der größten zulässigen Leistung zu vermeiden. Man lege daher die Neigung der Fahrlinie DE unter einem entsprechend kleinen Winkel und lasse damit die Leistung allmählich wachsen bis zu einem Punkte E, der die Höchstgeschwindigkeit $v = \frac{75}{3,6} = 20,8 \text{ m/sek}$ und gleichzeitig die Leistungsziffer $0,174$ zeigt. Man findet die richtige Lage der Fahrlinie DE und auf ihr den Punkt E, indem man den Linienzug der Textabb. 2 probeweise bei verschiedenen gewählten Neigungen auf einige Punkte anwendet.

Fahrlinie EF. Vom Punkte E ab ist die Fahrlinie EF gleichgerichtet mit der Linie des Streckenschnittes zu ziehen, da die Geschwindigkeit $v = \frac{75}{3,6} = 20,8$ auf dem Gefälle beizubehalten ist. Dabei ist die Leistungsziffer $(z v)$ naturgemäß kleiner als $0,174$. Diese letzte Fahrlinie EF vor dem Bremsabschnitt erhebt sich nur wenig über die Linie des Leerlaufes, die als Verlängerung der Linie JE gestrichelt ist. Der geringen Füllung entsprechend vermindert sich die Geschwindigkeit im Verlaufe der Fahrt auf der Wagrechten bis zur Bremsung.

Das vorbeschriebene Aufsuchen der Einzelfahrlinien ist der Ersatz einer Probefahrt. Man findet das genaue Bild der Fahrt wie sie ein geschickter streckenkundiger Führer erzielen muß. Die Abweichungen, die sich etwa in den Geschwindigkeiten gegenüber anderen Verfahren zeigen, erklären sich dadurch, daß die vorliegende Darstellung den wirklichen Verlauf der Fahrt genauer wiedergibt.

Die Fahrzeit ist nach der zu Abb. 5 gegebenen Anweisung zu finden, indem man zunächst in den Mitten der einzelnen Streckenstücke die Höhen errichtet und an ihnen den Linienzug der Abb. 2 anwendet. Der Deutlichkeit halber ist zur Zeitermittlung das Fahrbild der Abb. 6 nochmals in der Abb. 7 aufgezeichnet. Im Anfahr- und Bremsabschnitt liegen die zu benutzenden Geschwindigkeitshöhen im 4. Teil des Weges vom Nullpunkt aus gerechnet. Die unter den Winkeln τ liegenden Geraden sind wie in Abb. 5 aneinanderzureihen. Als Höhensumme ergibt sich 153 mm , und da der Zeitmaßstab $2 \text{ g} = 19,6 \text{ mm} = 100 \text{ sek.}$ ist, so beträgt die ganze Fahrzeit $\frac{153 \cdot 100}{19,6} \text{ sek.} = 13 \text{ Min.}$

Zur Ermittlung der gesamten Nutzarbeit der Lokomotive muß zunächst die Arbeitslinie des Widerstandes gefunden werden, indem man Parallele zu den unter den Winkeln ρ liegenden Geraden jedes Streckenschnittes aneinanderreicht wie in Abb. 7 angegeben. Der größte Abstand zwischen dieser Widerstandlinie und der Fahrlinie stellt die gesamte Nutzarbeit der Lokomotive dar; er liegt hier beim Beginn des Bremsabschnittes und beträgt 84 mm d.s. 84 kgm für 1 kg Zuggewicht mit Lokomotive. Da der ganze Zug $530\,000 \text{ kg}$ wiegt, so beträgt die Nutzarbeit $530\,000 \cdot 84 = 44\,500\,000 \text{ kgm} = 121 \text{ Kilowattstunden}$.

Erfahrungstatsachen. Theoretische Untersuchungen über die Schienenbefestigungsmittel sind in der letzten Zeit zum Nachteil der Entwicklung etwas vernachlässigt worden. Auch die Versuchsforschung ist nicht genügend gefördert worden. Und doch ist zu erwarten, daß durch die wissenschaftliche Verarbeitung der Beobachtungen und durch die Versuchsforschung neue Erkenntnisse gewonnen werden, die nicht nur zur Klärung beitragen, sondern auch wirtschaftliche Vorteile bringen können.

Der Gleistechniker stellt für den neuen Reichsbahnoberbau mit Unterlagsplatten folgende Forderungen auf:

1. Trennung der Schienenbefestigung von der Plattenbefestigung.
2. Regelung der Spur durch Verschieben der Schiene auf der Platte.
3. Verwendung der gleichen Schienenbefestigungsmittel zwischen Schiene und Platte wie beim Eisenbahnschwellenoberbau.
4. Die Hakenschraube zur Befestigung der Schiene auf der gewalzten Stuhlplatte soll von oben eingeführt und ohne Lösung der Schwellenschrauben ausgewechselt werden können. Außerdem sollen Ausarbeitungen der Schwellen für die Köpfe der Hakenschrauben vermieden werden.

Der Statiker geht von andern Gesichtspunkten aus. Er versucht zunächst den einzelnen Bestandteilen des Oberbaus ganz klare Aufgaben der Kraftaufnahme und Kraftübertragung zuzuweisen. Nur so erhält er sichere Grundlagen für die Berechnung und kann die Einzelteile so ausbilden und bemessen, daß sie den Aufgaben ohne örtliche Überbeanspruchung innerhalb der erfahrungsmäßig zulässigen Spannungsgrenzen gewachsen sind. Die Konstruktionsglieder und Trägerformen sind einfach und der statischen Nachprüfung zugänglich.

Die Schwierigkeit beim Oberbau besteht einmal in der Beurteilung der äußeren Krafteinwirkungen (Stoßdrücke), die nur durch zahlreiche Messungen festgestellt werden können, zum anderen Teil in der Erfassung der Belastungsform mit Rücksicht auf die nachgiebige Lagerung. Letztere ist notwendig, damit die Stoßdrücke elastisch verarbeitet werden. Bei unnachgiebigen, starren Oberbauformen setzen sich die Stoßdrücke in bleibende Formänderungen, örtliche Materialzerstörungen um. Der Oberbau fährt sich hart. Die Zerstörungserscheinungen nehmen mit der Häufigkeit der Belastungen zu. Es entstehen Unebenheiten, Lockerungen und Spielräume; die Lasten fangen an zu hämmern und führen so zu frühzeitigem Verschleiß. Werden dagegen die Einwirkungen der Verkehrslasten auf die einzelnen Teile des Oberbaus durch entsprechende Ausbildung und Lagerung allseitig mit Formänderungen im elastischen Bereich verarbeitet, so wird der Oberbau wohl mit der Zeit unter den millionenmal sich wiederholenden Belastungen Ermüdungserscheinungen zeigen, aber keine Verformungen, Quetschungen, Risse erleiden. Die innige Verbindung zwischen Schiene und Schwelle bleibt lange wirksam, die Stoffe werden geschont und können bis zur Grenze ihrer natürlichen Gebrauchsdauer ausgenützt werden. Von der dynamischen Betrachtungsweise, die darauf hinzielt, die äußeren Einwirkungen der Verkehrslasten mit möglichster Annäherung zu ermitteln (Einführung von Stoßzuschlägen) und die inneren Auswirkungen, d. s. die Formänderungen in den elastischen Bereich, die Spannungen unter die Streck- und Quetschgrenzen der Bau- und Werkstoffe zu legen (Festsetzung der zulässigen Spannungen) darf hiernach keine Gewichtsverminderung und Ersparnis an Beschaffungskosten erwartet werden, dagegen wird sie zur Vervollkommnung des Oberbaus und zur Verringerung der Unterhaltungskosten führen.

Zunächst sollen einige bekannte, im Betrieb erprobte Holzschwellenoberbauformen bezüglich der Befestigungsmittel rechnerisch nachgeprüft werden und zwar auf Grund folgender Annahmen:

1. Der Schienendruck P beträgt wegen der elastischen Nachgiebigkeit des Gestänges und der Bettung die Hälfte der ruhenden Last G.
2. Die Seitenkraft S nach außen und innen wird $\frac{1}{5}$ G nur ausnahmsweise übersteigen. (Der vom Spurkranz der äußeren Vorderräder ausgeübte Stoßdruck kann bis 0,6 P

in Krümmung betragen. Für die Standessicherheit der Schiene kommt dann $0,6 \cdot P - 0,2 \cdot P = 0,4 \cdot P$ in Betracht.)

3. Den Stoßdrücken der bewegten Lasten wird durch Einführung der Stoßzahl $\varphi = 2,0$ hinreichend Rechnung getragen.

Die Begründung der Annahmen würde über den Rahmen dieser Abhandlung hinausgehen, andere Verhältnisse werden das Grundsätzliche der Ergebnisse nicht ändern. Für die Bestimmung der größten Pressungen zwischen Unterlagsplatte und Schwelle sind die größten senkrechten Drücke mit den gleichzeitig möglichen Seitenkräften zu Mittelkräften zusammen- und an den ungünstigsten Angriffspunkten anzusetzen und damit die Randspannungen der Lagerfläche zu errechnen.

Die wagrechten am Schienenkopf angreifenden Seitenkräfte werden durch seitlichen Anschlag von dem Schienenfuß auf die Unterlagsplatte, von dieser durch die Reibung in der Berührungsfläche zwischen Platte und Schwelle, sowie durch die Schrauben auf die Schwellen übertragen. Der rechnerischen Nachprüfung wird der ungünstige Fall zugrunde gelegt, daß die Reibung gleich Null und die Seitenkraft voll durch die Schrauben zu übertragen ist. Der Belastungsfall tritt immer dann ein, wenn an einer Stelle örtliche Entlastung mit vollem Seitendruck zusammentrifft. Man könnte zwar auch für diesen Fall die

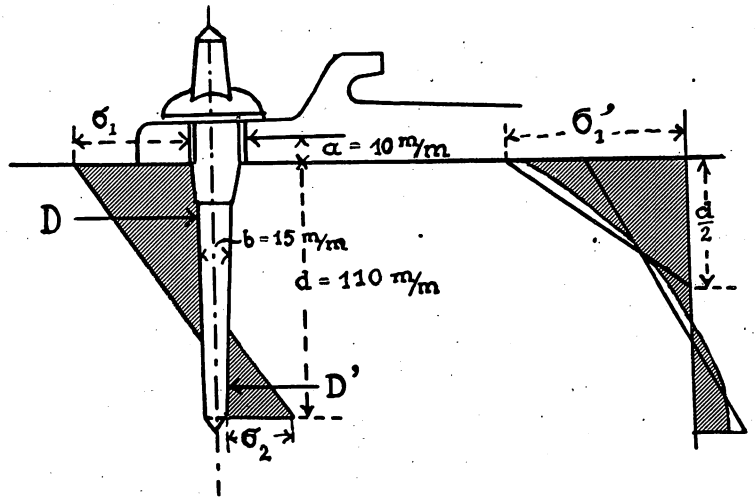


Abb. 1.

Reibung durch künstliche Anspannung der Befestigungsmittel erreichen, erfahrungsgemäß ist jedoch die Anspannung auf die Dauer nicht wirksam.

Wird der Schraubenbolzen als ein im Bohrloch eingespannter Trägerteil angesehen, der die am oberen freien Teil mit Hebelarm a angreifende Kraft S auf die Schwelle zu übertragen hat, so ergibt sich als Wirkung der Kraft ein Spannungskeil auf der äußeren Leibungsfläche und unterhalb der Nulllinie ein Spannungskeil auf der inneren Leibungsfläche (Abb. 1). Unter der Annahme eines starren Trägers und unter Vernachlässigung der elastischen und unelastischen Eindrückungen ist:

$$\sigma_1 = \frac{S}{b \cdot d} + \frac{S \left(a + \frac{d}{2} \right)}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot d^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{S}{b \cdot d} - \frac{S \left(a + \frac{d}{2} \right)}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot d^2}$$

$$D = \frac{S}{2} \left(4 + \frac{6a}{d} \right)^2 \cdot \left(\frac{6 + \frac{12a}{d}}{6 + \frac{12a}{d}} \right) \dots \dots \dots (1).$$

Mit $a = 0$

$$\sigma_I = \frac{4S}{b \cdot d}, \sigma_{II} = \frac{2S}{b \cdot d}$$

$$D = \frac{4}{3}S, X = \frac{2}{3}d.$$

Bei der Berechnung des Schraubenbolzens als biegsamer, auf elastischer Unterlage gebetteter Träger geht man von der Voraussetzung aus, daß der Widerstand des Holzes mit der Eindrückung, d. h. der Verbiegung des Bolzens wächst. Mit Hilfe der Bettungsziffer des Forchenholzes (für Druck in der Faserrichtung rund 3500 kg/qcm) kann man die Eindrückungskurve nach der Näherungsmethode von Dr. Schmidtmann berechnen. Die Randspannungen σ_I werden größer, die Nulllinie rückt gegen die Mitte des Trägers. Man trägt den tatsächlichen Spannungsverhältnissen Rechnung, wenn man

$$\frac{D = \sigma_I' \cdot b \cdot d}{2} \cdot \frac{d}{2}, \text{ also } \sigma_I = \frac{4D}{b \cdot d} \dots (2)$$

annimmt, wovon D aus Gleichung (1) zu bestimmen ist.

Wenn örtliche Zerdrückungen vermieden werden sollen, so muß die ungünstigste Randbeanspruchung unter der Festigkeit des Forchenholzes mit über 20% Feuchtigkeitsgehalt $\sigma_k = 200$ kg/qcm bleiben. Die größte Kraft P, die unter dieser Voraussetzung von einer normalen Schraube übertragen werden kann, berechnet sich mit Hilfe von Gleichung (2)

$$D = \frac{1,5 \cdot 11}{4} \cdot 200 = 825 \text{ kg}$$

und Gleichung (1) $825 = P \cdot \frac{(4 + \frac{6}{11})^2}{6 + \frac{12}{11}}$

zu $S = 570$ kg:

Wird zwischen Krepfenplatte und Schwelle noch eine Zwischenlage, eine Pappelholz- oder Gewebeplatte eingelegt, so verringert sich unter den gleichen Voraussetzungen die Kraft

auf $S = 2 \cdot \frac{1,5 \cdot 10}{4} \cdot 200 \cdot \frac{6 + \frac{24}{10}}{(4 + \frac{12}{10})^2} = 470$ kg. Daß die Ver-

drückungen selbst bei niederen Belastungen tatsächlich auftreten, ist durch die Versuche an der Material-Prüfungsanstalt Stuttgart mit Schrauben von 7 bis 24 mm Durchmesser bestätigt worden.

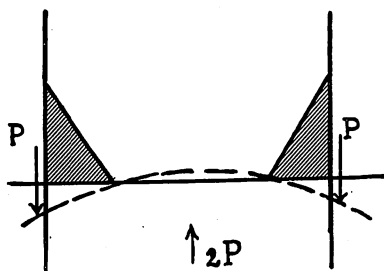


Abb. 2.

Durch ein Holz von 300 mm Stärke wurde eine Schraube gesteckt, die die Belastung auf seitliche angeordnete Eisenlaschen absetzte (Abb. 2); sodann wurden die Verschiebungen des Holzes gegenüber der Platte unter verschiedenen Last-

stufen gemessen. Die Platten lagen am Holz dicht an, die Schraubenmutter waren gelöst. Unter Belastungen $P = 500$ kg wurden bei Schrauben $\varnothing 13$ Verschiebungen bis zu 2,7 mm (Mittel 2,3), bei $\varnothing 16$ bis 1,6 mm (Mittel 1,2), bei $\varnothing 20$ bis 0,5 mm (Mittel 0,5) festgestellt, unter der Last $P = 1000$ kg bei $\varnothing 13$ zu 4,0 mm (Mittel 3,7), bei $\varnothing 16$ zu 2,2 (Mittel 1,8), bei $\varnothing 20$ bis 1,4 (Mittel 1,0). Die Randspannung σ_I wurde bei der Schraube $\varnothing 16$ für $P = \begin{cases} 500 \\ 1000 \end{cases}$ ermittelt zu rund $\begin{cases} 170 \\ 280 \end{cases}$ kg/qcm. (Vergl. auch Ingenieurholzbauten bei der Reichsbahndirektion Stuttgart, Seite 56 ff.)

Versuch und Rechnung zeigen, daß die Schraube in Holz kein zur Kraftübertragung geeignetes Verbindungsmittel ist, daß schon bei kleinen Belastungen große Randspannungen auftreten, die Eindrückungen des Bolzens in das Weichholz bleibende Formänderungen und Quetschungen zur Folge haben. Die örtlichen Zerdrückungen können bei Holztragwerken in Kauf genommen werden, wo die ungünstigen Belastungsfälle selten vorkommen. Beim Holzschwellenoberbau entsteht unter den millionenmal sich wiederholenden, ungünstigen Belastungen als Summierung der örtlichen Zerdrückungen die Ausweitung der Bohrlöcher, eine Erscheinung, die bisher bei allen Oberbauformen auf Weichholzschnellen beobachtet worden ist.

Die Anwendung der vorstehend entwickelten Berechnungsart auf den in Abb. 3 dargestellten Oberbau der französischen Ostbahn, bei dem die Schienen ohne eiserne Unterlagsplatten unmittelbar auf den Buchen- oder Eichenschnellen gelagert und

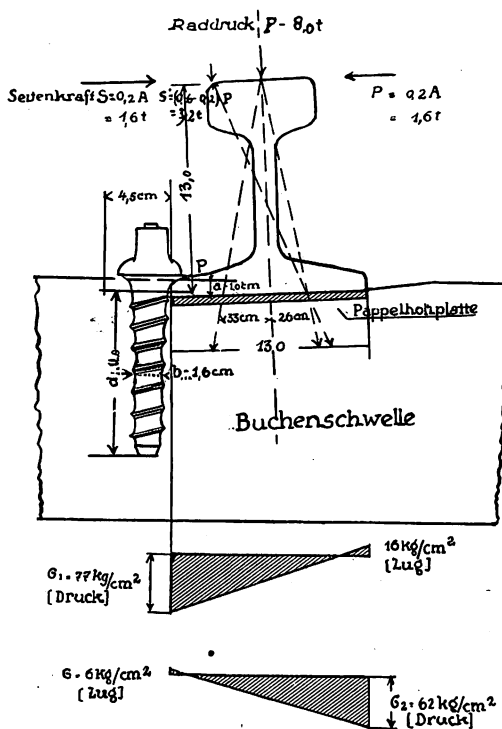


Abb. 3.

zur Schonung der Lagerflächen Pappelholzplättchen zwischen Schienen und Schnellen eingeschoben sind, ergibt für 16 t Achslasten sehr hohe Holzpressungen quer zur Faser und Lochwanddrücke gleichgerichtet zur Faser. Die größten Randpressungen unter der Schiene betragen 78 kg innen und 70 kg außen, kommen also schon nahe an die Festigkeit eines Buchenholzes von 20% Feuchtigkeitsgehalt heran. Bei dem französischen Oberbau ist die Schiene auf der Schwelle mit drei Schrauben senkrecht zur Auflagerfläche befestigt, abwechselnd zwei außen, eine innen. Die wagrechte Seitenkraft $S = 1,6$ t muß im ungünstigsten Fall von einer Schraube übertragen werden, hierfür ergeben sich Lochwanddrücke

$$\sigma_I = \frac{4}{3} \cdot 1600 \cdot \frac{4}{1,6 \cdot 11} = 483 \text{ kg/qcm}$$

während die Festigkeit des Buchenholzes || zur Faser unter Berücksichtigung des Feuchtigkeitsgrades kaum über 300 kg/qm angesetzt werden darf.

Da die Formänderungen im elastischen Bereich bleiben sollen, darf eine Schraube in Buchenholz mit höchstens 0,76 t

belastet werden. Selbst wenn bei dem französischen Oberbau zwei Schrauben gleichmäßig zusammenwirken, so ist immer noch eine Überlastung der Lochwand vorhanden. Hieraus erklärt sich der Umstand, daß der französische Oberbau unseren schweren Lokomotiven nicht stand gehalten hat.

Für den württembergischen E-Profil-Oberbau auf Hauptbahnen mit 140 mm hohen Schienen (Abb. 4), der s. Z. für den 17 t Lastenzug konstruiert worden ist, ergibt sich bei einer Grundfläche der Hakenplatte von 160/290 mm eine größte Holz-

Der heute an den neuen schweren Reichsoberbau gestellten Forderung — Achslasten von 25 t — ist die bisher übliche Befestigungsweise nicht mehr gewachsen.

Für den neuen schweren Reichsoberbau mit einer Tragfähigkeit von 25 t Achslasten ist ein den praktischen Gesichtspunkten und den theoretischen Forderungen entsprechender Vorschlag (Abb. 5) in der Verkehrstechnischen Woche (1925, Heft 21) veröffentlicht. Er zeigt die Roth-Schülersche Befestigung der Schienen auf der Stuhlplatte mittels Klemm-

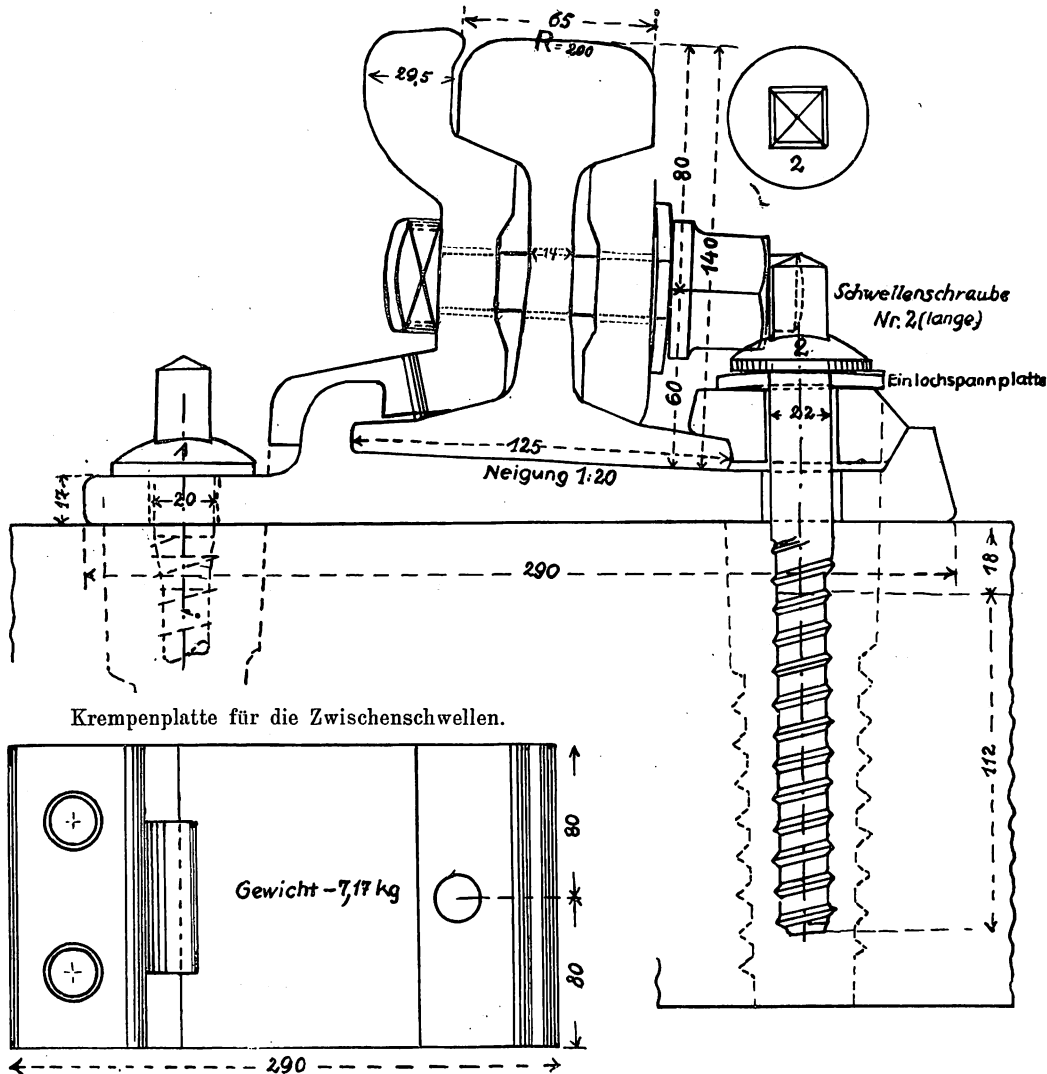


Abb. 4. E Profil Oberbau auf Holzschwellen mit Auflaufaschen und Stofsbrücken am Schienenstofs; Bauart 1908.

pressung quer zur Faser an der Außenkante von 26 kg/qcm, an der Innenkante von 35 kg/qcm.

Die wagrechten Seitenkräfte werden durch drei Schrauben auf die Weichholzschwelle übertragen, wegen der Spielräume zwischen Plattenloch und Schraubenbolzen und der unvermeidlichen Ungenauigkeiten des Bohrens werden nur ausnahmsweise alle drei Schrauben gleichmäßig zusammenwirken. Man wird günstigsten Falls nur mit zwei Schrauben rechnen dürfen, die 2×570 also rund 1,1 t ohne Lochwandschädigung übertragen, während unter den 17 t Achslasten tatsächlich 1,7 t auftreten können. Man ersieht hieraus, daß bei dem württembergischen E-Profil-Oberbau auf Hauptbahnen, der dem bisherigen preussischen und badischen Hauptbahnoberbau entspricht, die Grenzen der zulässigen Pressungen sowohl unter der Platte quer zur Faser als auch in den Schraubenlochwänden gleichgerichtet zur Faser bei 17 t Achslasten erreicht, wenn nicht schon überschritten ist.

Spurplättchen und Hakenschaube. Die Stuhlplatte selbst ist reichlich groß und schwer und so ausgebohrt, daß die Hakenschaube von oben her eingeführt und ohne Abheben der Stuhlplatten ausgewechselt werden kann. Die Stuhlplatte wird mit vier Schwellenschrauben auf der Holzschwelle befestigt. Zur Übertragung der Seitenkräfte sind runddübelartige Ansätze an der Unterfläche vorgesehen. Da die Spur durch die Spurplättchen geregelt wird, so erhalten alle Schwellen gleiche Bohrung. Die obere Locherweiterung der Schraubenlöcher zur Aufnahme der Dübelansätze kann maschinell mit einem Sonderbohrgerät gleichzeitig mit den Schraubenlöchern gebohrt werden. Die Vorzüge der Einheitsschwelle in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht brauchen nicht besonders erörtert zu werden.

Die vorgeschlagene Stuhlplatte ist reichlich schwer und wird teuer. Die hohen Beschaffungskosten werden aber wahrscheinlich durch Ersparnisse in der Unterhaltung aufgewogen werden. Nach den in den letzten Jahrzehnten gesammelten

Erfahrungen soll man diesmal nicht wieder in den alten Fehler verfallen und an der Stuhlplatte sparen.

In Abb. 6 ist noch ein Vorschlag mit leichterer Stuhlplatte dargestellt, bei dem besondere Ringdübel zur Übertragung der Seitenkräfte unter der Hakenschraube eingesetzt sind, so daß die Hakenschraube in den für die Ringdübel ausgebohrten Hohlraum der Holzschwelle eingeführt und damit ohne Abheben der Stuhlplatte ausgewechselt werden kann.

Hauptvorteil ist jedoch der, daß die Schraube nicht mehr auf Biegung, sondern auf zentrischen Zug beansprucht wird. Sie hat mit Hilfe der Klemmplatten die feste Verbindung zwischen Schiene und Schwelle zu erhalten, eine Aufgabe, auf die sie zugeschnitten ist und die sie, wie die Erfahrung und Versuche lehren, voll erfüllen kann. Die Anordnung hat weiter den Vorteil, daß alle Schwellen mit gleicher Bohrung gerichtet werden können. Durch Verwendung eines besonderen Bohrgeräts kann das Schraubenloch und die Dübelerweiterung gleichzeitig hergestellt werden. Die Spurregelung geschieht allein durch den Vierkantansatz der Dübel, von dem jeder einzelne vier verschiedene Erweiterungen gestattet und damit jede gewünschte Spurerweiterung des Gleises gestattet.

Der Oberbau mit unmittelbarer Schienenauflagerung erscheint mit der vorgeschlagenen Verbesserung für alle Gleise geeignet, auf denen keine Lasten über 17 t verkehren. Er ist wesentlich einfacher und billiger als der deutsche Oberbau mit Unterlagsplatten bei gleicher Tragfähigkeit. Da wohl auch künftig noch viele Gleise bleiben werden, bei denen eine Tragfähigkeit von 17 t ausreicht, so dürften sich Versuche zur Weiterbildung des bewährten Oberbaus lohnen.

In der Spurhaltung war bisher der Eisenschwellenoberbau dem Holzschwellenoberbau überlegen. Durch die hier vorgeschlagene, statisch und dynamisch begründete Anordnung der Spurdübel und der Dübelansätze an den Unterlagsplatten wird der Hauptmangel aller bisher bekannten Befestigungsarten der Schienen auf Holzschwellen einfach und einwandfrei behoben und damit die alte Klage über die ungenügende Spursicherung des Holzschwellenoberbaus in Krümmungen verschwinden. Mit den Spurdübeln und den Dübelansätzen an den Unterlagsplatten läßt sich die Spurhaltung selbst bei Weichholzschnellen ebenso zuverlässig gewährleisten wie bei eisernen Schwellen. Schraubdübel oder Einschlagdübel, mit denen man bisher das Übel der Lochwandausweitung zu bekämpfen suchte, werden künftig nicht mehr gebraucht werden. Sie waren eben nur Behelfsmittel, um die Nachteile einer ungünstigen und unzweckmäßigen Kraftübertragung zu mildern. Nur dadurch, daß man die Schrauben von den wagrechten Seitenkräften vollständig entlastet, wird

die Ursache der ungünstigen Erscheinungen in der Schienenbefestigung auf Holzschwellen vollständig beseitigt.

Es ist in dieser Zeitschrift wiederholt darauf hingewiesen worden, daß die Bearbeitung des neuen Reichsbahnoberbaus auf Holzschwellen nicht länger hinausgeschoben werden darf. Es besteht kein Grund den Holzschwellenoberbau gegenüber dem Eisenschwellenoberbau zurückzusetzen. Für unsere klimatischen Verhältnisse ist der Holzschwellenoberbau mit seiner tiefliegenden und großen Bettungsdruckfläche und seiner günstigen Bettungsdruckverteilung sowohl im Kies- und Steinschlagbett, auf festem und weichem Baugrund geeignet. Er wird in statischer und dynamischer Beziehung von keiner andern Oberbauart übertroffen, ist elastisch nachgiebig und zeichnet sich durch weiches

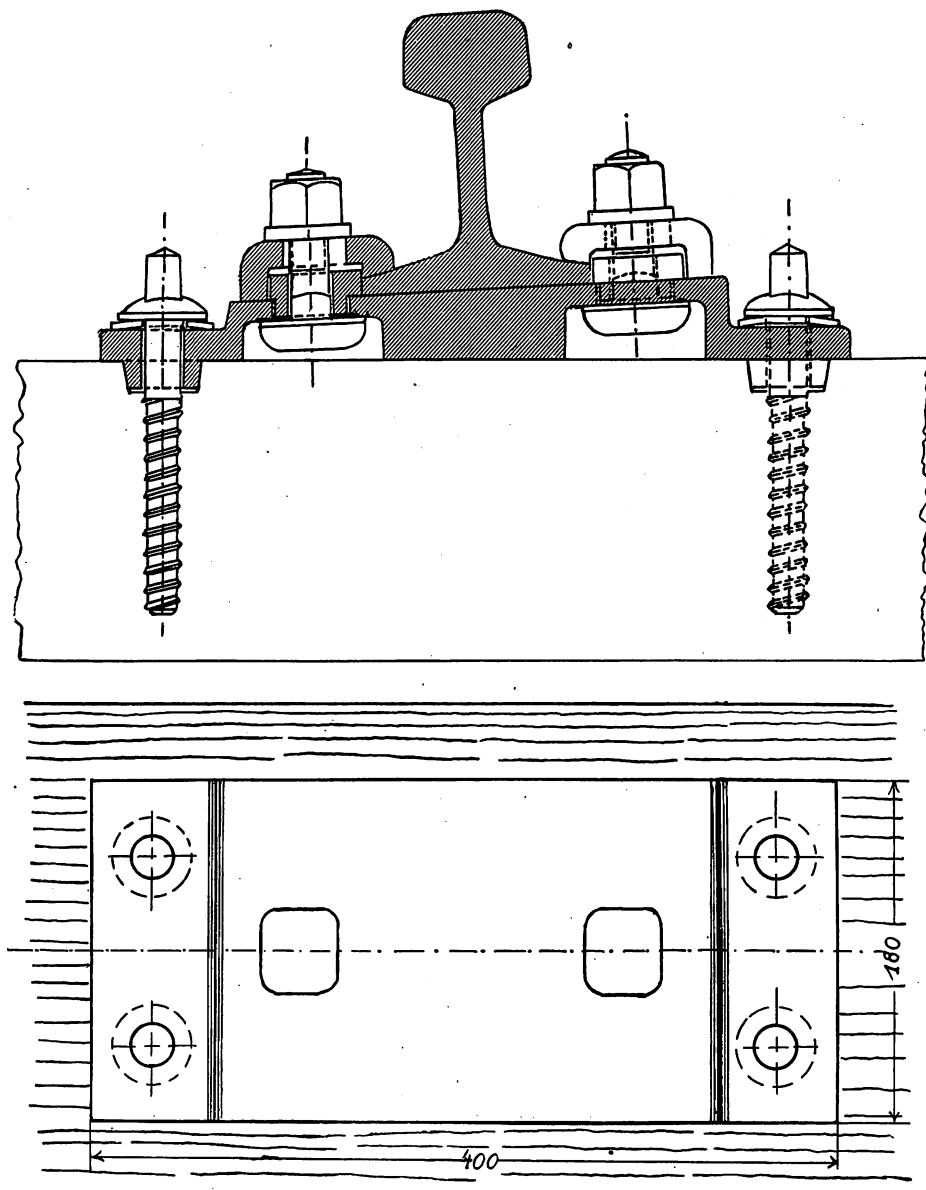


Abb. 5. Oberbau mit Schienen S 49 und Stuhlplatten auf Kiefernswellen.

Eine Verbesserung des französischen Oberbaus, der sich durch Einfachheit vor allen anderen auszeichnet, kann dadurch erreicht werden, daß man die Schrauben von den Seitenkräften entlastet und letztere durch Einschalten von Spurdübeln auf das Holz überträgt. Den Spurdübeln fällt hierbei die gleiche Aufgabe wie den Spurplättchen beim Eisenschwellenoberbau zu. Sie sind im Oberteil vierkantig, mit Anschlagflächen an dem Schienenfuß versehen, im unteren Teil kegelförmig ausgebildet (Abb. 7). Die Dübel werden in die entsprechend ausgebohrte Holzschwelle eingesetzt, durch Anziehen der Schwellenschraube wird feste Anlage an die Lochwände gewährleistet. Bei dem großen Durchmesser der Dübel kann der Lochwanddruck auf $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ der bisherigen Pressung verringert werden. Der

Fahren aus. Seine weitere Ausbildung und Verbesserung verdient Beachtung. Bei den außerdeutschen Bahnverwaltungen

Versuche, die Stopfarbeit durch Walzen der Bettung (Bayern) und durch Abrammen (Amerika) zu ersetzen, eröffnen dem

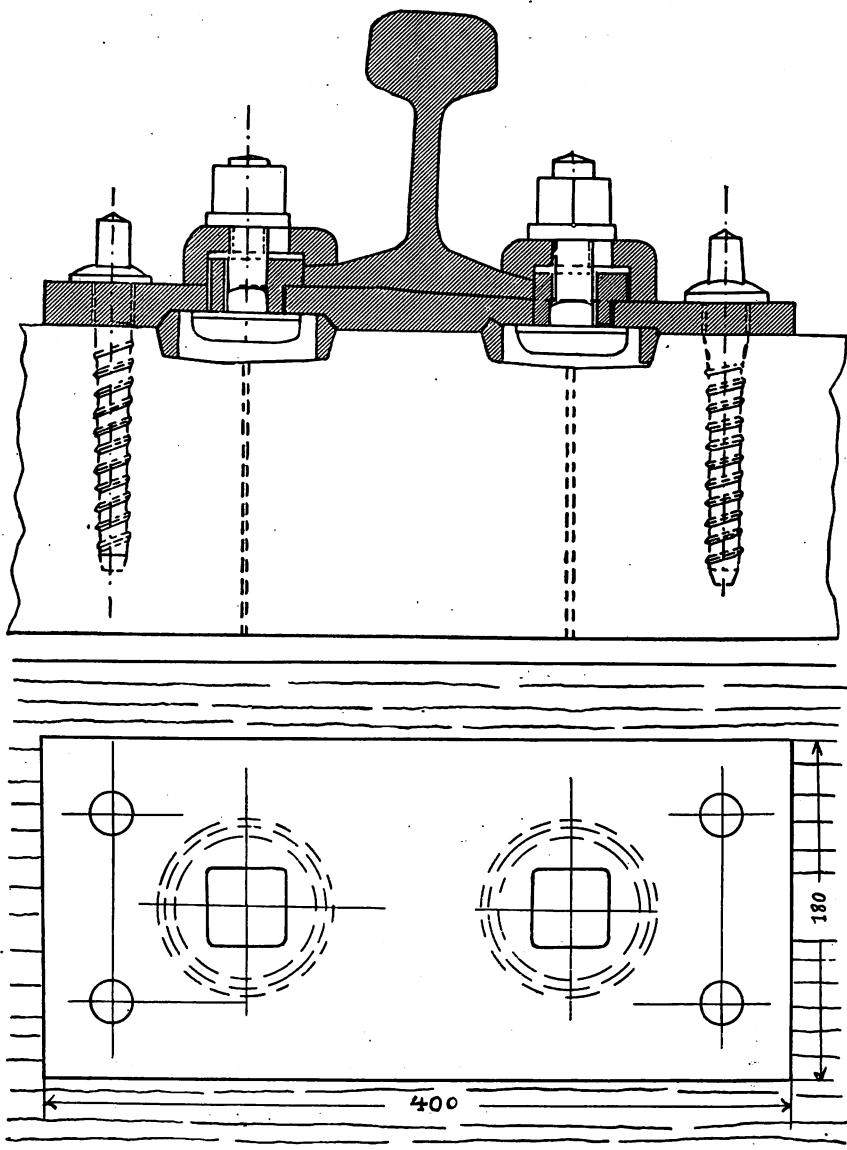
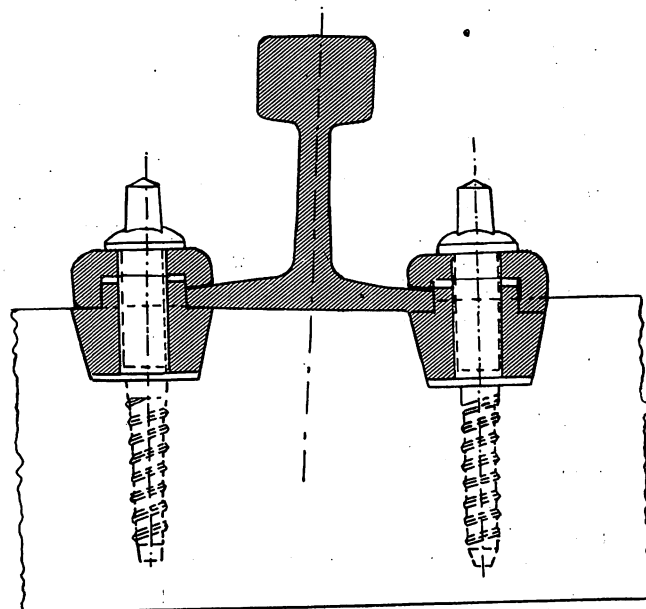


Abb. 6. Oberbau mit Schienen S 49 und Stuhlplatten auf Kieferschwelen.



Spurdübel

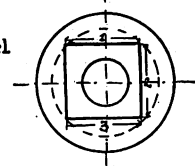


Abb. 7.

wird bekanntlich die Eisenschwelle wegen der schwierigeren Stopfarbeit, des kleineren Gewichts und der geringeren Elastizität weniger geschätzt als die Holzschwelle. Die bemerkenswerten

Holzschwelenoberbau neue Aussichten und Ersparnismöglichkeiten, so daß er voraussichtlich noch lange wirtschaftlich wettbewerbsfähig bleiben wird.

Die neuen Lieferungsbedingungen für Bremsklötze der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Von Oberregierungsbaurat a. D. Arzt, Oldenburg.

Der Verbrauch an Bremsklötzen im Eisenbahnbetrieb ist außerordentlich hoch, die Einführung der durchgehenden Güterzugbremsen läßt eine weitere Steigerung dieses Verbrauches erwarten.

Es leuchtet daher wohl ein, daß die Frage der zweckmäßigsten Beschaffenheit des Baustoffs der Bremsklötze alle Eisenbahnverwaltungen lebhaft beschäftigt. Ziel aller hierauf gerichteten Bestrebungen ist, Bremsklötze von solcher Baustoffbeschaffenheit zu erhalten und zu verwenden, daß sich ihre Abnutzung bei günstigstem Reibungskoeffizienten zwischen Bremsklotz und Radreifen in wirtschaftlichen Grenzen hält und zu keinem unwirtschaftlichen Verschleiß der Radreifen führt. Bei der Auswahl des geeignetsten Baustoffs empfiehlt es sich

auch anzustreben, daß das Auswechseln der bis zur zulässigen Grenze abgenutzten Bremsklötze mit dem Abdrehen der Radreifen des Fahrzeugs zusammenfällt.

Die Überzeugung, daß der hohe Verbrauch an Bremsklötzen nicht auf einen Konstruktionsfehler zurückzuführen ist, die Ursache des großen Verschleißes und des nicht unerheblichen Anfalls an gebrochenen Bremsklötzen vielmehr in einer unzureichenden Stoffbeschaffenheit zu suchen ist, gab der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, Eisenbahn-Zentralamt Berlin, Anlaß zu eingehenden Versuchen mit Bremsklötzen verschiedener Baustoffbeschaffenheit. Zur Ermittlung der Verschleißgröße wurden bei diesen Versuchen sowohl Bremsklötze als Radreifen (auch die der nicht gebremsten Räder) vor Beginn und nach

Beendigung der Versuche gewogen. Zu den Versuchen wurden zehn Wagenzüge bestehend aus je 13 dreiachsigen Personenzügen herangezogen, die von diesen befahrene Strecke betrug 22 000 bis 40 000 km.

Durch diese Betriebsversuche wurde festgestellt, daß — wie zu erwarten war — die Verschleißfestigkeit mit steigender Härte des Bremsklotzbaustoffs zunimmt. Wohl steigt mit zunehmender Härte des Bremsklotzes auch der Verschleiß der Radreifen, aber nur in ganz geringem, wirtschaftlich erträglichem Ausmaß.

Die Verschleißfestigkeit des Gufseisens steigt mit höherem Phosphorgehalt, sie geht bei hohem Siliziumgehalt zurück. Man kann zwar bei hohem Siliziumgehalt durch beschleunigte Abkühlung die Härte des Gufseisens erhöhen, eine entsprechende Steigerung des Verschleißwiderstandes erreicht man jedoch hierdurch nicht.

Mit abnehmendem Graphitgehalt nimmt die Härte des Baustoffs zu.

Die wirtschaftlich günstigsten Verschleißverhältnisse (an Bremsklötzen und Radreifen) wurden bei Verwendung von Gufseisen mit 183 bis 218 Brinellhärte erzielt.

Bei starker Erwärmung des Bremsklotzes an der Schleiffläche, d. h. bei längerem Bremsen tritt eine Umgruppierung der einzelnen Moleküle und ein Ausglühen der Schichten in den Bremsflächen ein, die Brinellhärte des Baustoffs nimmt ab, der Bremsklotzverschleiß wird größer.

Unterhalb einer Brinellhärte von etwa 165 scheint der Widerstand des Baustoffs gegen Abnutzung schnell zu fallen, ein so weiches Gufseisen dürfte als Baustoff für Bremsklötze ausscheiden.

Zweckmäßig erscheint es die Härtegrenzen nicht zu eng zu ziehen, da die Vorschrift zu enger Grenzen gießtechnische Schwierigkeiten bietet, die zu einer Verteuerung bei der Beschaffung führen würde, die der als Teil des Fahrzeugs immerhin untergeordnete Bremsklotz nicht rechtfertigen würde.

Mit der Härte zu hoch zu gehen, empfiehlt sich nicht, weil bei zu großer Härte ein Bruch der Schlitzwände (Lappen) und ein zu hoher, unwirtschaftlicher Verschleiß der Radreifen zu befürchten wäre.

Nach den Schlagversuchsergebnissen muß ein für Eisenbahnzwecke brauchbarer Bremsklotz zwei gegen die Mitte geführte Schläge bei einem Bärgegewicht von 150 kg und einer Fallhöhe von 400 bzw. 240 mm je nach der Backenstärke des Bremsklotzes aushalten, ohne zu brechen oder anzureißen. Die Schlagprobe gibt ein Bild von der Zähigkeit des Baustoffs und zeigt Fehler wie Hohlstellen, Blasen und Spritzkugeln im Gufs.

Die Ergebnisse der auf breiter Grundlage durchgeführten Versuche waren entscheidend für die Aufstellung folgender, bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zur Zeit für die Beschaffung von Bremsklötzen maßgebenden Lieferungsbedingungen, nachstehend wiedergegeben nur soweit die Beschaffenheit des Baustoffs und die Güteprüfung darin festgelegt sind:

1. Beschaffenheit.

Die fertig gegossenen Bremsklötze sollen aus Gufseisen mit folgender Zusammensetzung bestehen:

Gesamter Kohlenstoff	2,8—3,4	v. H
Graphit	1,6—2,6	" "
Silizium	1,5—2,0	" "
Mangan	0,3—0,5	" "
Phosphor	unter 0,8	" "
Schwefel	unter 0,18	" "

Die Brinellhärte muß 195 ± 25 betragen.

Angüsse und Saugköpfe sind sorgfältig zu entfernen, der Grat soll gut abgeputzt sein, sonst werden die Stücke zurückgegeben oder auf Kosten der Lieferer gereinigt oder nachgearbeitet.

Die Bremsklötze müssen lunkerfrei sein.

Die Löcher in den Bremsklötzen sind beim Gufs kreisrund, glatt, ohne Grat und ohne flache Innenflächen herzustellen, so daß sich eine nachträgliche Bearbeitung erübrigt. Die Löcher müssen rechtwinklig zu den Seitenflächen der Bremsklötze stehen und bei geschlitzten Lappen sich genau decken.

Die Schlitzwände (Lappen) müssen glatt, gerade und genau gleichlaufend sein. Die Bremsklötze sind nach Zeichnung anzufertigen und mit dem Firmenzeichen des Lieferers und der Jahreszahl der Lieferung zu versehen. Die Modelle hat der Lieferer ohne Kostenberechnung herzustellen.

2. Güteprüfung.

Die Analyse wird in der Regel nicht nachgeprüft, die Reichsbahn behält sich jedoch vor, dieselbe nach eigenem Ermessen von Fall zu Fall auszuführen. Die Bremsklötze werden auf dem Werke des Lieferers geprüft. 2 v. H. der Bremsklötze sind Schlagversuchen zu unterziehen. Zu diesem Zweck sind die Auflagerkanten der Bremsklötze leicht abzuschleifen. Der Bremsklotz muß zwei gegen die Mitte geführte Schläge mit

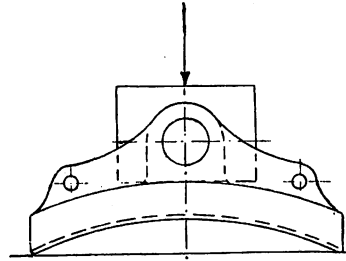


Abb. 1.

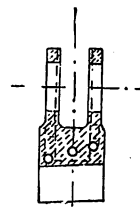


Abb. 2.

einem Bärgegewicht von 150 kg aushalten, wobei die Fallhöhe betragen muß:

bei einer Backenstärke des Bremsklotzes = 60 mm	400 mm
bei einer Backenstärke des Bremsklotzes = 50 mm	240 mm.

Bei Bremsklötzen mit zwei Lappen ist hierbei zwischen die Lappen ein gut passendes Einsatzstück zu legen (vergl. Abb. 1).

Das Gewicht der Unterlage (Schabotte) muß mindestens das zehnfache des Bärgegewichts betragen. Zur Feststellung von Lunkern sind die Schlagversuche bei je 1 von 500 der zur Güteprüfung bereitgestellten Bremsklötze bis zum Bruch des Bremsklotzes fortzusetzen. Dieser Bremsklotz kann zu folgendem Kugeldruckversuch benutzt werden.

Von je 500 Bremsklötzen wird einer auf Härte mit der Brinellschen Kugeldruckpresse (Kugeldurchmesser 10 mm, Belastung 1000 kg) an drei verschiedenen, in Abb. 2 bezeichneten Stellen eines Querschnittes geprüft.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Neues schwedisches Schienenmuster 1924.

Im März 1916 ordnete die schwedische Eisenbahndirektion an, daß das preussische Schienenmuster 8 d mit 41 kg/m Gewicht bei den Staatsbahnen zur Einführung kommen solle. Es handelte sich dabei vor allem darum, eine Schienenform mit Unterlagplatten zu erhalten, wobei die steigenden Schwellenpreise mitwirkten. Gegen diese Schienenform haben sich wesentliche Einwände nicht erhoben, nur war der Preis recht hoch. Er stellte sich mit Unterlagplatten gegenüber der alten schwedischen Form von 1896 ohne Unterlagplatten um etwa die Hälfte teurer, wiewohl das Schienengewicht

ungefähr das gleiche war. Dabei war die Schwellenauswechslung und die gegebenenfalls vorkommende Unterkeilung bei Frosthügeln kostspielig und beschwerlich. Angeregt auch durch den Umstand, daß Deutschland selbst durch Einführung des Reichsoberbaues seine alten Oberbauarten aufgab, kam auch Schweden auf den Gedanken, einen neuen Oberbau zu entwerfen und zwar wurde in Ansehung besonderer schwedischer Verhältnisse immer mehr der Wunsch maßgebend, eine Schienenform zu wählen, die sowohl mit wie ohne Unterlagplatten verwendet werden kann. Dabei sollen Unterlagplatten an solchen Stellen zur Anwendung kommen, wo besonders starke

Abnutzung der Schwellen beobachtet wird oder sich berechnen läßt. Das ältere schwedische Schienenmuster 1896 (Organ 1923, Heft 2, Taf. 9) war vom walztechnischen Gesichtspunkt nicht recht geglückt. Der schmale Steg und der dünne Fuß haben bei der Walzung die Neigung, schneller abzukühlen als der Schienenkopf mit seiner größeren Masse. Die Folge ist ein Härtungsvorgang der dünneren Teile in Steg und Fuß, ein Umstand, der zweifellos Neigung zu Schienenfußbrüchen mit sich bringt. Diese Fußbrüche treten in Schweden zahlreich auf, besonders an der Riksgränsbahn im äußersten schwedischen Norden. Sie werden bei der allgemeinen Schienenbruchstatistik nicht eingerechnet. Um diesen Mißstand der ungleichen Stoffbildung zu vermeiden, im übrigen aber die Vorteile des Musters 1896 beizubehalten, hat das Bahnbureau der Eisenbahndirektion eine neue Schienenform, Muster 1924, von 43,2 kg/m Gewicht entworfen, die auf den verkehrsreichsten Strecken verlegt werden soll (Abb. 1).

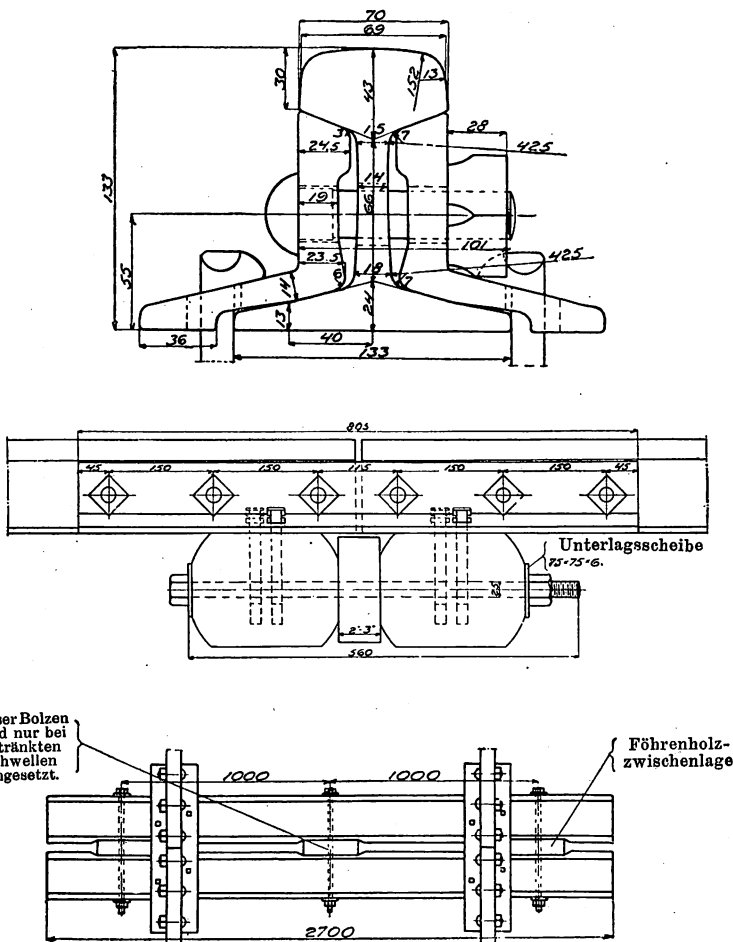


Abb. 1.

Die neue Schienenform hat 133 mm Höhe, 133 mm Fußbreite und eine Kopfbreite von 69 bis 70 mm. Gegenüber den neuen deutschen Schienenformen mit 125 mm Fußbreite hat das schwedische Muster den Vorteil, daß es ohne Unterlagplatten verlegt werden kann. Es hat einen breiteren Fuß und dabei einen breiteren Kopf und breitere Anlageflächen gegen die Laschen. Außerdem sind die Abweichungen vom Muster 1896 verhältnismäßig unbedeutend, so daß geeignete Verbindungslaschen aus gewalztem Material statt wie bisher, aus Stahlguß leicht hergestellt werden können. Gegenüber dem Muster 1896 ist der neue Querschnitt vom Walzstandpunkt geeigneter, da er den Schienen ein härteres Material gibt, ohne daß man deshalb Fuß- und Stegbrüche befürchten brauchte.

Die neuen Schienen sollen mit Doppelschwellenstößen mit Föhrenholzzwischenlagen ausgestattet werden. Bei Anwendung von Unterlagplatten sollen diese jedoch auf den Stofschwällen nicht angebracht werden, da hier die Laschen zur Vergrößerung der Unterstütsungsfläche dienen sollen (s. u.). Die Laschen sind von ähnlicher Form wie für das Muster 1896, aber sie sind etwas länger und haben

sechs Bolzenlöcher. Es soll sich nämlich herausgestellt haben, daß eine wesentliche Ursache für das Brechen der Schienen am Stofs auf die Abnutzung der Laschen zurückzuführen ist. Durch Verlängerung der Laschen, sowie durch Vergrößerung der Bolzenzahl und der Neigung der Anlagefläche zwischen Schienenfuß und Lasche erwartet man eine Minderung der Gefahr, daß die Laschen allzu schnell an den Stog anzuliegen kommen. Bei Anwendung von Unterlagplatten entfällt die Klotzung (vergl. Organ 1923, Heft 2, Taf. 9, Abb. 16). Die neuen Schienen sollten schon 1924 in der Strecke Stockholm—Göteborg und auf der Riksgränsbahn eingewechselt werden.

Im Zusammenhang mit der Einführung des neuen Schienenmusters wurde auch eine neue Form von Unterlagplatten entworfen, die für Schienen mit 133 mm Fußbreite paßt (Abb. 2). Die Platte hat nur auf der Außenseite eine Stützleiste, da sich herausgestellt hat, daß, wenn auch auf der Innenseite Stützleisten sind, hier leicht Brüche auftreten. Die Platte hat drei Löcher für Schienenkögel, zwei auf der Innen- und eine auf der Außenseite. Im Bedarfsfall können weiter ein bis zwei Nägel an der Außenseite der Platte eingeschlagen werden.

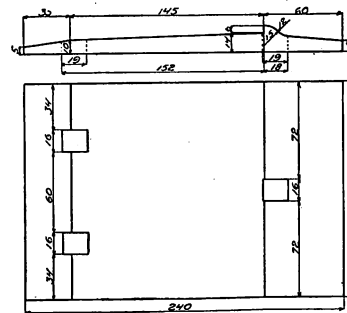


Abb. 2.

Bei Gelegenheit einer unmittelbar aus Schweden an ihn gelangten Anfrage ist der Berichterstatter schon darauf aufmerksam geworden, daß die schwedische Laschenform dazu beigezogen werden soll, um am Stofs die Auflagerfläche der Schiene auf der Schwelle zu vergrößern. So ist es zu erklären, wenn im obigen die schwedische Auffassung wiedergegeben wird, daß Unterlagplatten auf den Stofschwällen entbehrt werden können, während wir gerade am Stofs eine Verstärkung durch Platten für angezeigt halten. Damit erklärt sich auch eine anscheinend in Schweden häufig beobachtete Erscheinung, daß bei vierbolzigen Laschen im allgemeinen eher die beiden äußeren Bolzen locker werden oder sogar abgesprengt werden, während nach den Erfahrungen des Berichters eher die inneren Bolzen sich lockern und ein Absprengen kaum vorkommt. Die Winkel der schwedischen Laschen wirken, wo sie auf der Schwelle aufliegen, offenbar als Hebel und beanspruchen den nächsten Bolzen auf Zug. Man ist bei uns und vielfach auch anderwärts wohl mit Recht davon abgekommen, den an sich stark beanspruchten Laschen noch weitere Aufgaben außer der der Schienenverbindung zuzuweisen. Bei den nordischen Bahnen findet man sehr vielfach noch den Laschen die Aufgabe der unmittelbaren Druckübertragung auf die Schwelle mit übertragen (vergl. Organ 1920, Heft 24, Schienen der finnischen Bahnen und 1923, Heft 2, schwedischer und norwegischer Oberbau.)

Versuche mit Einsalzen von Schwellen auf der Rjäsan-Uralbahn.

Von der Direktion der Rjäsan-Uralbahn wurde das Einsalzen der Schwellen an Stelle von Tränkung erwogen. Es ist das keine neue Sache. So lagen auf der Baskuntschakker Bahn Anfang 1909 im Gleis 157961 Stück eingesalzene Schwellen; diese Schwellen wurden im Zeitraum 1889 bis 1908 eingelegt; in den ersten 12 Jahren wurde auch nicht eine Schwelle ausgewechselt. Eine Auswechslung über 50 v. H. beginnt erst vom 17. Jahre ab. Im 33. Bezirk der Rjäsan-Uralbahn lagen Anfang 1924 148127 Stück eingesalzene Schwellen, davon 54183 seit 1908 und früher. Im Jahre 1910 bis 12 wurden auf den Gleisen der Rjäsan-Uralbahn über 26000 Schwellen verlegt, die der Einsalzung unterzogen waren. Auf Grund dieser Zahlenangaben glaubt der Berichterstatter für diese Frage, S. N. Kulschinsky, daß das Einsalzen der Schwellen diese besser gegen Fäulnis schützt als die Tränkung mit Chlorzink. Die Auswechslung der Schienenkögel auf der Baskuntschakker Bahn gab im Mittel jährlich 18 bis 20000, was dem Regelverhältnis auf der ganzen Strecke sehr nahe kommt. Dies deutet darauf hin, daß die Salztränkung keine schädliche Einwirkung auf das Eisen hat.

Was von den Schwellen gesagt ist, bezieht sich auch auf alle sonstigen Hölzer wie Telegraphenstangen usw. An Orten, wo Salz-

seen vorhanden sind, kann man das Einsalzen nach dem Verfahren der früheren Baskuntschakscher Bahn ausführen durch Einweichen im See, aber es macht keine Mühe, auch in den Schwellentränk-anstalten das Chlorzink durch Salz zu ersetzen, wobei dieser Vorgang in den Arbeiten der Anstalt keine Änderungen herbeiführt. Die Schwelle kann 10 bis 12 Pfund Salz aufnehmen. Das Einsalzen der Schwellen im See kostet an Stelle der 45 Kopeken nur 10 bis 12 Kopeken, wodurch für die Rjasan-Uralbahn sich im kommenden Jahr 62000 Rubel Ersparnisse ergeben würden. Die Frage des Einflusses des Klimas und der Menge der atmosphärischen Niederschläge auf die Liege-dauer der eingesalzenen Schwellen auf Linien, die sich in Ver-hältnissen befinden, die denen der Baskuntschakscher Bahn (Zawolsch-skaja und Distrikt Balaschow-Kamyschin) entsprechen, wird günstig beurteilt; in anderen Bezirken muß die Frage erst durch Versuche entschieden werden. Die Direktion der Rjasan-Uralbahn hat der Bahnunterhaltung den Auftrag erteilt, die Frage einer Untersuchung zu unterziehen und zum Zwecke des Vergleichs gleichzeitig mit Chlorzink getränkte und ungetränkte Schwellen zu verlegen. Dr. S.

Schlagprobe für Schienenstöße.

Das Bureau of Standards in Washington hat seit einiger Zeit umfangreiche, von der Industrie und den Bahnen unterstützte Arbeiten laufen, bei denen die Festigkeit und das Verhalten von geschweiften Schienenstößen bei Dauerschlagproben ermittelt werden soll. Die Schlagmaschine besteht im wesentlichen aus einem Fallbären von rund 180 kg Gewicht, der aus 150 mm Höhe 65 bis 75 Mal in der Minute auf den Schienenstoß schlägt. Die Schlagstelle wird rund 50 mm (2 Zoll) seitlich der Stoßfuge gewählt, was sich im Laufe der Versuche als zweckmäßig erwiesen hat und die natürlichen Verhältnisse bei einem schlechten Stoß nachahmen soll.

Der Stoß (Schienenstück von etwa 1,2 m Länge) ruht auf zwei kräftigen Stützen in 55 cm Abstand, die wie zwei hohe Brückenlager aussehen und auf einer schweren gußeisernen Grundplatte aufsitzen, die abgefedert ist. Dieser Amboss ist so schwer und so abgefedert, daß er zwischen 2 Schlägen zu Ruhe kommt. Sein Gewicht beträgt etwa 7200 kg. Die Erschütterungen die er erleidet, sind deshalb ganz unwesentlich.

Die Versuchsstöße werden den in den verschiedenen Teilen der Vereinigten Staaten üblichen Bauarten geschweifster Stöße nachgebildet. Nach den bisherigen Versuchen hat sich noch kein Zusammenhang aufdecken lassen zwischen der Anzahl der Schläge bis zum Bruch des Stoßes — die zwischen 150 000 und 200 000 lag — und der Anzahl der Belastungen des Stoßes im Betriebe bis zu seiner Zerstörung. Es hat sich nur gezeigt, daß die Angriffe auf den Stoß durch die Schlagmaschine erheblich stärker zu sein scheinen als durch die Wagenräder. Vor dem Entwurf der Schlagmaschine war durch Versuche mit Hilfe von Blei am Gleise selbst die Größe der Raddrücke untersucht und die Größe des Fallgewichtes danach bestimmt worden.

Die Stoßuntersuchungen werden voraussichtlich noch bis Ende dieses Sommers dauern. Gl.

Russische Mechanisierungsversuche in der Bahnunterhaltung, insbesondere für das Unterstopfen der Schwellen.

In der russischen Fachzeitschrift „Technika i Ekonomika Putej Soobchenja“ schreibt Ingenieur Wedenisow über „Mechanisierung der Bahnunterhaltungsarbeiten, insonderheit der Schwellenunterstopfung“. Der Aufsatz beschreibt die aussichtsvollen Ergebnisse der Anwendung mechanischer Unterstopfung auf der Bahn New York, New Haven and Hartford R. R. im Jahre 1893 in Form des Einblasens, eines Verfahrens, das verdrängt wurde, als am Ende des vorigen und bei Beginn des jetzigen Jahrhunderts die Technik der pneumatischen und elektrischen Maschinen schnelle Entwicklung fand, die verhältnismäßig einfach schnell aufeinander folgende (bis 400 und mehr in der Minute), stoßartige Bewegungen des Stopfers herbeizuführen, aber auch die Stärke der Stöße und ihre Zahl in der Zeiteinheit zu regeln erlaubten und damit der Anforderung, nicht starke, aber schnell und gleichmäßig aufeinander folgende Schläge zu erzeugen, gerecht zu werden imstande waren. Als Beispiel führt er nach Engineering News vom 17. Dezember 1914 die pneumatische Stopfhacke der Firma Ingersoll Kand vor, deren Ergebnisse derart befriedigten, daß schon gegen Ende 1914 auf der New York Central R. R. zwölf solche Maschinen (eine auf etwa 350 km Bahn) eingeführt wurden.

Der Aufsatz geht weiter auf die mechanische Schwellenstopfmaschine des bekannten französischen Ingenieurs Collet ein, die auf französischen Eisenbahnen ausgedehnte Anwendung fand, insbesondere auf der Paris—Lyon—Mediterranée und sowohl für Sand- wie für Schotterbettung voll befriedigte, und berührt schließlic kurz die deutschen Mechanisierungsversuche für die Schwellenunterstopfung auf den preussisch-hessischen Bahnen.

Bei dem Berichte über die russischen Versuche im Jahre 1914 geht Wedenisow davon aus, daß die Mehrzahl der Urteile über die Anwendung pneumatischer Unterstopfung günstig seien, daß sich aber im Schrifttume auch abfällige Urteile vorfinden, leider ohne die nötigen Einzelheiten. Um zu zeigen, auf welche Weise ein solch ungünstiger Eindruck von der pneumatischen Unterstopfung sich herausbilden kann, führt Wedenisow einen Versuch mit pneumatischer Schwellenunterstopfung an der Bahn Moskau—Kasan vom Jahre 1914 an, wobei zunächst eine amerikanische Maschine von Ingersoll, probeweise auch eine solche von Collet verwendet wurde. Die Versuche in Sandbettung erwiesen sich als befriedigend, nachdem man auf einen Stopfer aus Holz übergegangen war und die Abbiegung des Endes der Stopfhau in einer dem russischen Arbeiter mehr liegenden Art geändert hatte. Noch mehr befriedigten die Versuche in Schotter. Ein eben eingeleiteter Versuch im großen wurde durch den Kriegsausbruch abgebrochen.

Für russische Verhältnisse kommt Wedenisow zu folgenden Schlüssen:

1. Die Mechanisierung der Gleisarbeiten, insbesondere der Schwellenunterstopfung ist vorzugsweise da zweckmäßig, wo starker Mangel an Arbeitskräften herrscht, und wo dichter Verkehr und große Geschwindigkeit der Züge zu schneller Arbeitsdurchführung und zur tunlichsten Verhinderung von Störungen zwingt. Insonderheit ist die Mechanisierung der Schwellenunterstopfung an den Punkten des Gleises zweckmäßig, wo die Arbeit von Hand erschwert ist, z. B. bei nahe aneinander liegenden Schwellen, bei Eisenschwellen kastenförmigen Querschnitts, in Weichen u. a. m.

2. Die wirtschaftliche Eignung der Mechanisierung der Gleisarbeiten und der Schwellenunterstopfung insbesondere liegt bei ihrem derzeitigen Stande nicht so sehr in unmittelbarer Verbilligung der Arbeit, als a) in der Möglichkeit tatsächlicher Verbesserung der Beschaffenheit der Arbeit, auf Grund deren sich die Abnutzung, die Formänderung und die Brüche an Einzelteilen des Gleisoberbaues, aber auch des Fahrparkes mindern und b) in der Möglichkeit, die Arbeit an einer bestimmten Stelle seltener als bei Ausführung von Hand machen zu müssen; infolgedessen wird innerhalb eines bestimmten Zeitraumes die Anzahl der zuweilen recht kostspieligen Eingriffe eingeschränkt und im Schlussergebnis können die Kosten billiger sein als bei Arbeiten von Hand.

3. Die Wahl einer für die russischen Bahnen zweckmäßigen Form der Kraftmaschine, aber auch der Draisine, der Überleitung der Energie, des Zubehörs u. a. muß nach den örtlichen Umständen erfolgen und sich nach der genaueren Erforschung der Einrichtungen für die verschiedenen Zwecke richten.

4. Rechtzeitig sind für die Erprobung in Rußland einige solche Einrichtungen zu beschaffen und es sind diese unter verschiedenen Bedingungen zu erproben.

5. Die Versuche sollen in den Strecken gemacht werden, in denen das Verfahren später endgültig angewendet werden soll.

6. Die Versuche der Mechanisierung der Unterstopfung sollen immer an einem Satz von fünf Stopfhauen, darunter eine zur Reserve, vorgenommen werden.

Die Arbeiten der Brückenversuchsstationen des russischen technischen Ausschusses und der Zustand der russischen Eisenbahnbrücken.

Auf S. 122 des Organs 1923 haben wir über bemerkenswerte Untersuchungen der Kiewer Brückenversuchsstation berichtet. Der gleichen Fachzeitschrift Technika i Ekonomika, aus der wir den damaligen Bericht schöpften, entnehmen wir (Nr. 11, Jahr 1923) einen Fortgangsbericht der drei russischen Versuchsstationen in Moskau, Kiew und Petrograd.

Die Moskauer Versuchsstation arbeitete in der Berichtszeit, Juli bis Oktober 23, in angestrengtem Zeitmalse. Sie untersuchte vor allem die alten Brücken der Nikolaibahn aus den 60er und 70er Jahren behufs allgemeiner Aufklärung des Zustandes der Brücken nach Haltbarkeit, Standsicherheit und Möglichkeit, schwerere

Maschinen verkehren zu lassen. Die Untersuchungen erwiesen, daß alle Brücken äußerst schwach waren und schwereren Verkehr nicht zuließen. Die Untersuchung führte vielmehr dazu, daß die Geschwindigkeit auf 10 Werst/Std. und bei zweien gar auf 5 Werst/Std. unter Vorangehen des Zugführers eingeschränkt werden mußte. Als schwächster Teil stellte sich die Fahrbahn heraus, die an einigen Brücken ernsthafte Beschädigungen aufwies, die immer von neuem wieder an den Stellen der Befestigung der Längsträger an den Querträgern auftreten. An der Brücke über den Sejmfluß wurden die steinernen Auflager, die stark beschädigt waren, untersucht und interessante Schaulinien über das Verhalten der Risse unter dem Vorübergang der Züge erzielt. Ungünstige Ergebnisse lieferten auch 13 Brückenöffnungen über die Wolga bei Sisran und eine Reihe sonstiger Brücken.

Die Kiewer Station untersuchte ebenfalls eine große Anzahl von Brücken auf die Zulässigkeit schwererer Maschinen, gestattete letztere aber nur bei wesentlichen Beschränkungen der Geschwindigkeit.

Die Petrograder Brückenversuchsstation schritt innerhalb des angegebenen Zeitraumes nach Abschluß ihrer Einrichtungsarbeiten zu ihren ersten Brückenuntersuchungen und zwar an der Riga—Oreler Bahn behufs Feststellung ihres Zustandes nach 50jährigem Bestande und Entscheidung über Zulassung schwererer Lokomotiven. Die Brücken zeigten sich als sehr schwach und die Untersuchung führte statt zu Erleichterungen zu wesentlichen Verkehrsbeschränkungen sowohl nach der Schwere der Verkehrslasten als nach deren Geschwindigkeit, die auf 5 Werst/Std. herabgesetzt wurde. Bei der Untersuchung der Brücke über den Osterfluß ergaben sich bemerkenswerte Beobachtungen über die Formänderungsarbeit einseitiger Holzstützen, die die Spannweite dreifach unterteilen. Die Beobachtungen zeigten eine außerordentliche Elastizität der angewendeten Art einseitiger Stützen, die das Arbeiten des Trägers in günstiger Weise erleichtert. Die von der gleichen Versuchsstation an der Brücke über den Wolchow an der Murmanbahn, Linie Petrograd—Tichwin, beobachteten Schwankungen der 13 Saschen über Normalwasserstand hohen Pfeiler geben aus den Schaulinien die Möglichkeit, den Elastizitätsmodul des Mauerwerks zu finden und die Richtung der dynamischen Kräfte in den Pfeilern festzustellen. Dr. S.

Die Schwellenwerkstatt der London und Nordost-Eisenbahn in West Hartlepoole.

(Railway Gazette, Nr. 22 vom 29. 5. 1925.)

Bisher hat die London und Nordost-Eisenbahn ihre Schwellen in West Hartlepoole nur getränkt; die Schwellen wurden dann gleich versandt, und erst auf der Strecke wurden die Schienenstühle aufgebracht. Neuerdings hat die Eisenbahngesellschaft ihre Schwellentränkanstalt zu einer Vorrichtewerkstatt ausgebildet, wo die Schwellen gleich mit den Stühlen versehen werden, so daß der größte Teil dann fertig zum Verlegen auf die Strecke kommt.

Die Schwellen kommen zu Schiff in Blöcken von 25×25 cm Querschnitt und 2,6 m Länge an; sie werden über Bord ins Wasser geworfen und dort zu Flößen von 600 bis 700 Blöcken zusammengestellt, um so zu einem besonderen Becken gebracht zu werden, wo sie liegen bleiben, bis sie gebraucht werden. Das Lagerbecken hat eine Fläche von 3 ha und faßt 150000 Blöcke. Je nach Bedarf werden die Flöße aufgelöst. Die einzelnen Blöcke gelangen dann durch ein Gerinne zur Sägemühle, wo sie von einem Aufzug erfasst und der Säge zugeführt werden, die sie in der Längsrichtung durchschneidet, so daß aus jedem Block zwei Schwellen entstehen. Auf Rollwagen kommen die Schwellen zum Lagerplatz, der Raum für 300000 Stück bietet. Hier werden sie von einem Dampfkran erfasst und zu 10 m hohen Stapeln aufgebaut. Sie lagern hier sechs bis neun Monate ab, bis sie vollständig trocken sind.

Vom Lagerplatz gelangen die Schwellen zur Bohrmaschine, die sie mit sechs Bohrlöchern versieht; die Zuführung zur Maschine, die täglich 1560 Schwellen bearbeitet, geht selbsttätig vor sich. Die Schwellen werden dann zu je 48 Stück auf Wagen besonderer Bauart verladen, die, zu je sieben auf einmal, in den Tränkzylinder eingefahren werden. In diesen wird Kreosotöl unter einem Druck von 7 at eingeprefst. Jede Schwelle nimmt etwa 12,5 l Tränkflüssigkeit auf. Das Tränken dauert etwa eine Stunde. Jährlich werden etwa 300000 bis 400000 Schwellen getränkt; dazu kommen noch erhebliche Mengen anderer Hölzer.

Nunmehr gelangen die Schwellen in einen Schuppen, wo die Schienenstühle aufgebracht werden. Diese sind aus Gußeisen im Gewicht von 18 bis 21 kg, je nach der Bauart des Oberbaus. Nachdem sie mit Hilfe eines Schwerkraftförderers von dem Wagen, auf dem sie ankamen, einem großen Lagerplatz zugeführt worden sind, werden sie auf einer Hängebahn vom Lagerplatz angefordert und neben einer Maschine abgelegt, die in ihre Löcher Hülsen aus Eichenholz einpresst. Auf einem Schwerkraftförderer gelangen die Schienenstühle weiter auf ein Stahlförderband, von dem sie durch Arbeiter abgenommen werden, um auf die Schwellen aufgesetzt zu werden, die von der anderen Seite anrollen. Unter den Schienenstuhl kommt eine Filzunterlage. Die Schrauben werden von Hand eingesetzt und mit Hämmern durch die Eichenhülsen in die Löcher der Stühle getrieben. Dann gelangen die Schwellen mit den Stühlen unter eine Maschine, die erst die Spurweite prüft und dann die Schrauben fest anzieht. Die Spindeln zum Anziehen der Schrauben sind in Gruppen zu dreien vereinigt; sie passen sich selbsttätig den Ungenauigkeiten in der Stellung der Schraubenköpfe an. Zwei solche Maschinen können zusammen 1200 bis 1400 Schwellen am Tage bearbeiten. Die Schwellen, die nun fertig zur Verwendung sind, gelangen endlich auf einem Aufzug zu einem Ladesteig an einem besonderen Ladegleis, von wo sie versandt werden.

Die Werkstatt ist so angelegt, daß unnütze Bewegungen der Schwellen möglichst vermieden werden. Auch Handarbeit ist, soweit wie möglich, ausgeschaltet. Die Verwaltung spricht sich über die Leistungsfähigkeit befriedigt aus. We.

Lokomotiven und Wagen.

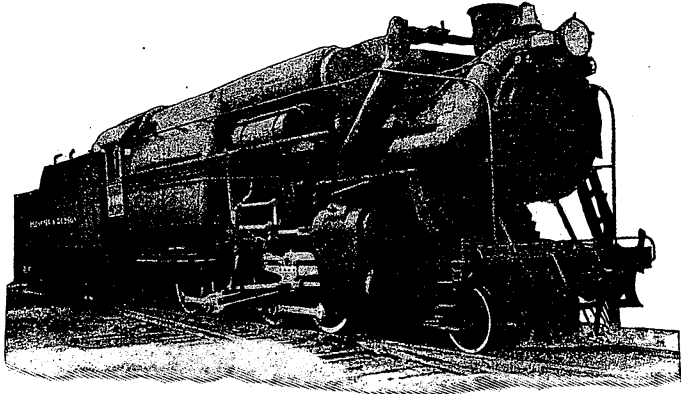
1 D-h 2 v Hochdrucklokomotive der Delaware- und Hudson-Bahn. (Railway Age 1925, 1. Halbj., Nr. 6.)

Hierzu Abb. 1 bis 5 auf Tafel 23.

Die neuartige in der Textabbildung dargestellte Lokomotive wurde Ende 1924 von der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft fertiggestellt. Entsprechend den neueren Bestrebungen im Dampfmaschinenbau hat man bei ihr versucht, durch Erhöhung des Dampfdrucks die Wirtschaftlichkeit zu heben. Obwohl dabei tastend vorgegangen und der Druck nur auf 24,6 at festgesetzt wurde, war doch schon eine von der bisherigen stark abweichende Bauart des Kessels erforderlich, der mit seiner Wasserröhrenfeuerbüchse am ehesten dem Brotan-Kessel zu vergleichen ist, aber dennoch wieder stark von diesem abweicht. Er besitzt wie dieser einen unteren Hauptkessel sowie zwei Oberkessel, wovon letztere einen Durchmesser von je etwa 750 mm aufweisen und sich als Dampfsammler von der Hinterwand der Feuerbüchse bis beinahe zur vorderen Rohrwand erstrecken. An ihrem vorderen Ende sowie vor und hinter der Feuerbüchse sind sie untereinander und mit dem Hauptkessel durch Kammern, außerdem im vorderen Teil noch untereinander durch vier Rohre verbunden. Die Kammern sind je aus zwei Blechen zusammengesetzt, die außen gegeneinander gebogen und vernietet, unten durch Stahlgußböden geschlossen und im Innern durch Steh-

bolzen versteift sind. Die am Vorderende der Feuerbüchse liegende Kammer bildet zugleich die Feuerbüchsenrohrwand, diejenige am hinteren Ende enthält die Feuertür. Den unteren, seitlichen Abschluß der Feuerbüchse bilden zwei Grundrohre, die ebenfalls aus Blechen zusammengesetzt und mit den Feuerbüchsenkammern verbunden sind. Die Oberkessel und Grundrohre sind zum seitlichen Abschluß der Feuerbüchse durch insgesamt 306 Rohre verbunden. 102 Stück davon haben 63,5, 204 Stück 51 mm Durchmesser. Damit die Heizgase möglichst zwischen diesen Rohren hindurchgetrieben werden, liegt durch die ganze Länge der Feuerbüchse auf einigen Wasserrohren ein Feuerschirm, der nur seitlich etwas absteht. Der Hauptkessel von rund 1650 mm Durchmesser ist ganz mit Wasser gefüllt und enthält eine Reihe von Heiz- und Rauchrohren. Die Oberkessel und Grundrohre sind von hinten, der Hauptkessel vorn von der Seite aus durch Mannlöcher zugänglich. Der Dampf sammelt sich in zwei 150 mm weiten Rohren, die sich im vorderen Teil der Oberkessel befinden und oben eine Reihe von 13 mm großen Bohrungen haben. Er gelangt von dort über ein Verbindungsstück und ein gemeinsames zwischen den Oberkesseln liegendes Rohr, in welches noch ein Wasserabscheider eingebaut ist und das auch den Regler enthält, in den Dampfsammelkasten. Dieser kann der Einfachheit halber mit einem Teil der Rauchkammerdecke nach oben ausgebaut werden. Die Überhitzer-

schlangen haben nur eine Schleife. Das nach hinten führende Rohr ist spiralförmig um das nach vorn führende gewunden und beide sind hinten in einem Abstand von 30 cm von der Feuerbüchsenwand in ein Stahlgußstück geschraubt und verschweißt. Durch die Spiralbewegung soll der Dampf stärker vermischt und in eine innigere Berührung mit der Heizfläche gebracht werden, woraus eine Verbesserung der Überhitzung erwartet wird. Vom Sammelkasten gelangt der Dampf durch ein außerhalb der Rauchkammer liegendes Rohr in den auf der rechten Seite sitzenden Hochdruckzylinder, von diesem wiederum außerhalb über die Rauchkammer geführt in den links



1 D-h 2 v Hochdrucklokomotive der Delaware- und Hudson-Bahn.

liegenden Niederdruckzylinder von über 1 m Durchmesser. Zum Anfahren kann selbsttätig oder von Hand dem Niederdruckzylinder durch ein Anfahrventil nach Mellin Frischdampf zugeführt werden. Zur Dampfverteilung dient eine Young-Steuerung mit Kolbenschiebern von 305 bzw. 356 mm Durchmesser. Bemerkenswert ist auch der Rahmen. Die Haupt-Rahmenwangen enden hinter den Zylindern; an sie ist ein großes Stahlgußstück angeschraubt, das die Zylinder trägt, die Bisselachse aufnimmt und zugleich noch als vorderer Querträger für Kupplung und Kuhfänger ausgebildet ist. Weitere Einzelheiten sind aus den Zeichnungen auf Taf. 23 zu entnehmen.

Der vierachsige Tender besitzt in seinem hinteren Drehgestell als Zusatzdampfmaschine einen sogenannten Tender-Booster. Auf diese Weise soll ein Teil des Tendergewichts zur Erhöhung der Lokomotivzugkraft herangezogen werden.

Man erwartet von der Lokomotive eine Kohlenersparnis bis zu 39%. Davon sollen 15% allein durch die Drucksteigerung

gewonnen werden, der Rest durch die Verbundanordnung und den verbesserten Wirkungsgrad des Wasserrohrkessels, bei dem 37% der Heizfläche auf die Feuerbüchse entfallen, gegenüber weniger als 10% beim Kessel der Regelbauart. Wenn die Überhitzerheizfläche mit nur 53,8 qm, d. h. rund 1 : 5,5 der Verdampfungsheizfläche gering erscheint, so beruht dies darauf, daß die Temperatur des Hochdruckdampfes schon rund 30° C höher ist als bei den üblichen Drücken, so daß also, solange man mit der Heißdampftemperatur an Höchstwerte von 300 bis 350° C gebunden ist, eine geringere Überhitzung erforderlich ist als beim Regelkessel.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind im folgenden zusammengestellt:

Kesselüberdruck p	24,6 at
Zylinderdurchmesser: Hochdruck d	597 mm
Niederdruck d ₁	1041 "
Kolbenhub	762 "
Kesselmitte über Schienenoberkante	2781 "
Heizrohre: Anzahl	145 Stück
Durchmesser	51 mm
Rauchrohre: Anzahl	42 Stück
Durchmesser	136,5 mm
Rohrlänge	4572 "
Heizfläche der Feuerbüchse samt Tragrohren	110,7 qm
der Rohre	187,0 "
des Überhitzers	53,8 "
— im Ganzen — H	351,5 "
Rostfläche R	6,63 "
Durchmesser der Treibräder	1448 mm
Laufräder	965 "
Fester Achsstand (Achsstand der Kuppelachsen)	5487 "
Ganzer Achsstand der Lokomotive	8839 "
einschl. Tender	20009 "
Reibungsgewicht G ₁ "	135,3 t
Dienstgewicht der Lokomotive G	157,7 "
des Tenders	89,6 "
Vorrat an Wasser	34,0 cbm
Brennstoff	13,8 t
Zugkraft mit Zwillingswirkung (nach der Quelle)	38200 kg
Verbundwirkung (nach der Quelle)	31800 "
der Zusatzdampfmaschine	8920 "
Zylinder-Raumverhältnis	1 : 3,05
H : R	53
H : G	2,23
H : G ₁	2,6

R. D.

Bücherbesprechungen.

Dr. Franziska Baumgarten, Arbeitswissenschaft und Psychotechnik in Rußland. München und Berlin 1924. Verlag Oldenbourg. Preis 3,60 Reichsmark.

Das Büchlein bringt eine lediglich berichtende Zusammenstellung der Bestrebungen, die in Rußland seit dem staatlichen Umsturz aufgetreten sind, um das Wirtschaftsleben psychologisch zu durchdringen. Diese Aufgabe ist sicherlich für Rußland besonders schwer, und es scheint, als ob die Bewegung zunächst nur von einer dünnen Oberschicht wissenschaftlicher Kreise getragen ist. Wo ein Versuch gemacht wurde, die Erkenntnisse ins Volksbewußtsein zu tragen, kam eigentlich nicht viel mehr zutage als das politische Schlagwort, wie etwa „Marxismus plus Amerikanismus“. Immerhin beleuchten solche Prägungen grell die Lage mit ihrem Zwiespalt. Im übrigen muß man aber den Russen lassen, daß sie zum Teil recht tief-schürfend vorgegangen sind. In dem Mißtrauen gegen die kapitalistische Wirtschaftseinstellung Westeuropas und Amerikas, die als „fetischisierte Produktion“ bezeichnet wird, suchen sie neue Wege, die der Eigenart des russischen Volkes entsprechen. So kam z. B. Gastew zu einer grundsätzlichen Unterscheidung von „Schlagmensch“ und „Druckmensch“. Für diese beiden Temperamente hat er Arten der Anlernung ausgebildet, die durchaus neuzeitlich anmuten und in vielem an Dr. Friedrich, Karlsruhe, erinnern. Freilich wenden die russischen Gegner Gastews ein, daß es schwer, ja aussichtslos sei, aus solch weitgehend vereinfachten Grundlehren Nutzen für das vielgestaltige Wirtschaftsleben herauszuarbeiten. Aber auch sonst haben sich die Russen bemüht, den Dingen auf den Grund zu gehen. Es kamen dabei nicht nur ahnungsvoll-mystische Anschauungen heraus, sondern auch eine ganze

Zahl neuer „logieen“, wie etwa die „Reaktologie“ Kornilows oder die „Reflexologie“ Bechterews.

Es ist sehr fesselnd, zu beobachten, wie sich ein jugendliches Volk mit den Wehen eines neuen Zeitalters abzufinden sucht, und man muß der Verfasserin Dank wissen, daß sie uns in ein Gebiet geführt hat, das dem fremden Blick bisher so gut wie verschlossen war. Der Korrekturleser freilich hat manchen Druckfehler in dem Büchlein stehen lassen; er rechnete offenbar auf „geneigte Leser“.

Dr. Bl.

Grundlagen und neuere Fortschritte der Zahnradherzeugung.

Nebst zwei Anhängen: Begriffe und Bezeichnungen für Stirn- und Kegelräder. Die Benutzung der Evolventenverzahnung für kleine Zahnzahlen (Zahnkorrektur). Mit 106 Abbildungen. 1925 Din-B 5, IV, 70 Seiten. Preis geheftet RM. 5.—. Vorzugspreis für V D I-Mitglieder RM. 4.50. Von Karl Kutzbach, Professor an der Technischen Hochschule Dresden.

Die Schrift unterzieht das ganze Gebiet der Zahnradherzeugung einer grundlegenden Betrachtung. Sie enthält nicht nur die neuesten Verfahren und Bestrebungen, sondern weist auch neue Wege, die für den Bau von Zahnradern besonders wertvoll sind. Die Zahnformverbesserung (Zahnkorrektur) wird in einem Anhang behandelt und durch zahlreiche Beispiele für Stirnräder, Kegelräder und Schraubenzahnräder, die sich für den Entwurf von Zahnradern mit niedrigen Zahnzahlen vortrefflich verwenden lassen, verständlich gemacht. Das leicht-faßlich und anregend geschriebene Büchlein ist ein unentbehrlicher Ratgeber für alle die, die sich mit dem Entwurf, der Herstellung und der Verwendung von Zahnradern befassen.